



Titre: Développement des nouveaux services pour les réseaux de
Title: télécommunications

Auteur: Andrei Negulescu
Author:

Date: 1999

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Negulescu, A. (1999). Développement des nouveaux services pour les réseaux de
Citation: télécommunications [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal].
PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/8829/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/8829/>
PolyPublie URL:

**Directeurs de
recherche:**
Advisors:

Programme: Non spécifié
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

**DÉVELOPPEMENT
DES NOUVEAUX SERVICES POUR
LES RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

**ANDREI IULIAN NEGULESCU
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE
ET DE GÉNIE INFORMATIQUE
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL**

**MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE ÉLECTRIQUE)
Février 1999**



**National Library
of Canada**

**Acquisitions and
Bibliographic Services**

**395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada**

**Bibliothèque nationale
du Canada**

**Acquisitions et
services bibliographiques**

**395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada**

Your file Votre référence

Our file Notre référence

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-42920-2

Canada

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

**DÉVELOPPEMENT
DES NOUVEAUX SERVICES POUR
LES RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

présenté par: NEGULESCU Andrei Iulian

en vue de l'obtention du diplôme de: Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de:

M. CONAN Jean, Ph.D., président

M. THISTLE John, Ph.D., membre et directeur de recherche

M. DINI Petre, Ph.D., membre et codirecteur de recherche

M. IONESCU Dan, Ph.D., membre

À ma famille

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier Dr. John Thistle, professeur au Département de génie électrique et génie informatique de l'École Polytechnique de Montréal et directeur de recherche, pour les discussions techniques, pour les conseils qu'il m'a donnés sur la rédaction du présent mémoire et aussi pour le support accordé tout au long de mes études à l'École Polytechnique de Montréal.

J'aimerais aussi remercier Dr. Petre Dini, chercheur au Centre de recherche informatique de Montréal et codirecteur de recherche, qui a beaucoup contribué à ma compréhension de la problématique de développement des services de télécommunications. Plusieurs idées originales présentées dans ce mémoire découlent de discussions portées avec lui.

RÉSUMÉ

Ce mémoire porte sur le développement des services de télécommunications dans les réseaux mobiles. L'évolution des réseaux mobiles d'une solution orientée seulement vers le transport de la voix vers une infrastructure qui permettra aussi le transport des données aux terminaux mobiles, offre la possibilité de développer de nouveaux services à travers plusieurs réseaux basés sur des technologies de communication différentes. On parle beaucoup des services de troisième génération pour les réseaux mobiles, tel que les communications des données haut débit, multimédia, ou accès au réseau Internet offert aux terminaux mobiles. Une autre direction importante de recherche est l'augmentation de l'intelligence de la partie de commutation des réseaux de télécommunications ainsi que l'augmentation de l'intelligence des terminaux qui utilisent les services réseaux. Ces deux aspects constatés dans les réseaux modernes nous ont aidé à proposer le développement du nouveau service de messagerie « *Multicast Short Message Service - MSMS* », présenté en détail dans ce mémoire et appelé (MS)².

Présentement, les réseaux mobiles offrent le service de messagerie « *Short Message Service - SMS* » avec deux options d'envoi des messages : (1) point - à - point (SMS/PP) et (2) la diffusion des messages par cellules (SMS/CB). L'option d'envoi des messages courts à l'aide des communications multicast (point - à - multipoint) n'a pas été normalisée. Cependant, des travaux de recherche ont été effectués sur les communications de groupe à l'intérieur des réseaux mobiles, plutôt pour les communications des données entre des terminaux mobiles.

Le service de messagerie multicast (MS)² que nous avons spécifié a comme objectifs (1) l'augmentation de l'accessibilité d'un utilisateur de plusieurs infrastructures de transport des messages (soit le service SMS, le courrier électronique d'Internet et la boîte vocale du réseau téléphonique commuté), et (2) le transport efficace des données (messages) à travers un réseau mobile à l'aide de la technique de communication multicast.

La réalisation technique du service (MS)² est caractérisée par une adaptation dynamique aux demandes des utilisateurs du service, c'est-à-dire qu'en fonction des nombres d'utilisateurs destinataires, le service peut exécuter deux logiques différentes. Ainsi, la *partie utilisateur* du service (MS)² spécifie le comportement du service pour une seule adresse de destination, tout en respectant l'option d'accessibilité (la réplication des messages courts vers la messagerie Internet et téléphonique). La *partie réseau* du service (MS)² spécifie le comportement du service pour l'envoi des messages courts vers plusieurs destinataires mobiles où les contraintes d'utilisation efficace des ressources de transport du réseau doivent être considérées. Nous proposons la logique du service (MS)² - *partie réseau*, qui offre une solution pour minimiser l'utilisation des ressources réseau pour l'envoi des données, à l'aide des techniques de mise-à-jour des locations des destinataires mobiles et de regroupement des adresses des destinataires.

Malgré les efforts de normalisation dans le domaine de développement des services, aucune des méthodologies existantes ne peut s'appliquer dans la totalité au processus de création de nouveaux services pour les réseaux mobiles. Nous avons utilisé une des méthodologies existantes. L'activité de modélisation du comportement d'un service comprend la spécification formelle du comportement du service à l'aide des techniques de description formelles. Toutefois, nous avons raffiné cette activité en introduisant les étapes de modélisation suivantes : (1) la modélisation conceptuelle du service, (2) la description de l'architecture physique du réseau et (3) la description de l'architecture des protocoles utilisés dans le réseau pour l'exécution du service. En ce qui concerne la spécification formelle du comportement du service (MS)², nous avons constaté que le langage « *Message Sequence Charts - MSC* » est le plus approprié pour cette activité, par rapport au langage « *Specification and Description Language - SDL* » qui peut être utilisé plutôt pour la description de la structure du service.

Dans ce mémoire nous considérons une séparation claire entre (1) les « méthodes formelles » (qui sont des instruments de modélisation mathématiques des systèmes) et (2) les « langages de spécification et description formelle » (qui sont des langages avec une syntaxe et une sémantique bien définies, utilisées pour la spécification et la description des systèmes).

Il est parfois difficile de séparer les « méthodes formelles » des « langages de spécification et description formelle » car la plupart des chercheurs considèrent nécessaire de développer les deux en même temps, soit des langages et des outils qui supportent la modélisation mathématique d'un système, soit des modèles mathématiques qui sont derrière les langages. Pour la spécification du service (MS)² nous utilisons les techniques/langages de spécification et description formelle MSC et SDL qui aident à la compréhension suffisamment précise du service. Même si elles sont appelées formelles nous ne pouvons pas considérer ces langages comme des modèles mathématiques (« méthodes formelles »). Les « méthodes formelles » ont l'avantage de fournir une description plus détaillée d'un système mais ils demandent plus d'effort pour la modélisation et la vérification de la spécification d'un système.

Le travail de développement du service (MS)² est concentré surtout sur la spécification du service à l'aide des techniques de description formelles. Nous n'avons pas l'intention de tester la conformité ou de vérifier et de valider la spécification du service (MS)² à l'aide des « méthodes formelles ».

La problématique des interactions entre services a été présentée avec l'intention de mettre en évidence la nécessité d'une analyse approfondie du comportement du service pendant les activités de conception, implantation et test d'intégration, mais nous n'avons pas eu comme objectif l'analyse des interactions entre services. Toutefois, après la modélisation du service, nous avons analysé brièvement les interactions possibles d'une perspective *qualité de service*.

ABSTRACT

This Master's thesis deals with new telecommunications service creation in a mobile network environment. The work has been motivated by the continuously evolution of mobile networks infrastructure towards a complete integration of the existing voice and data transport solutions. Such an integration will widely open the range of the third-generation value added services (i.e. high-speed data communications, multimedia or Internet service access) offered by a mobile network. Another current trend in mobile communications is the introduction of much more intelligence both in the network side (signaling and switching) and the access terminal side (e.g., Personal Digital Assistant - PDA).

This two trends represent the background of our work, which is to specify the new service named MS-square or the 'Multicast Short Message Service - (MS)²'.

The existing mobile networks offer a messaging service called 'Short Message Service - SMS'. This service is characterized by two supplementary services, according to the communications topology: (1) point-to-point SMS or SMS/PP and (2) cell broadcast SMS or SMS/CB. The technical realization of this service is described as a GSM standard. The multicast option of this service has not yet been standardized, in spite of intense ongoing research on multicast in mobile networks.

The (MS)² service that we have specified has the following objectives: (1) to increase user mobility through different message handling infrastructures (SMS service, Internet mail or telephony voice mail), and (2) to make efficient use of mobile networks' resources using the multicast communication technique

The $(MS)^2$ service technical realization is described by the dynamic adaptation of the service logic to the user's service needs, which means that, according to the number of destination users, the service can execute in two different ways. If in the call message there is only one destination address, the $(MS)^2$ - *user part* logic will execute, which could possibly include message replication towards an Internet e-mail address or towards a telephony voice mail box. If there is more than one address, the $(MS)^2$ - *network part* will execute, which supposes for the sending of short messages to more than one mobile address. The $(MS)^2$ - *network part* makes use of techniques for updating mobile locations and for grouping destination addresses in order to optimize the use of network resources.

None of the current standardized service development methodologies can be used throughout the creation of new services in mobile networks. We have used a specification methodology that is a combination of requirements analysis and service behavior modeling activities. The aim of the service behavior modeling activity is to produce the formal specification of the service behavior using formal description techniques. This activity includes: (1) conceptual service modeling, (2) network architecture description, (3) communication protocols architecture, and (4) formal service specification. We have considered that the 'Message Sequence Charts - MSC' language is much suitable for the behavior description of the $(MS)^2$ service than the 'Specification and Description Language - SDL' language which is used mostly for the structural description and service design.

In this thesis we consider a clear separation between (1) "formal methods" (which deal with systems mathematical modeling) and (2) "formal specification and description languages" (which are languages having a well defined syntax and semantics and are suitable for describing or specifying systems of some kind). It is not easy to separate out "formal methods" from "formal specification and description languages and tools", because often researchers intending to develop one of these, will find it necessary to develop the others in tandem.

For the $(MS)^2$ service specification we are using formal specification and description languages, such as MSC and SDL, which facilitate a sufficiently precise understanding of the service. Even they are called formal, one can not consider these languages as mathematical modeling techniques ("formal methods"). Formal methods are usually very detailed, but they require considerable effort to model and verify a system specification.

We have concentrated on the $(MS)^2$ service development using formal description techniques. In this thesis we have no intention to continue with the $(MS)^2$ specification conformance testing or the validation phases.

The service interaction problem has been presented to emphasize the necessity of a thoroughly service behavior analysis during the design implementation and integration test activities. Although we had no intention to develop on the $(MS)^2$ service interaction analysis, a brief analysis of the service interactions from a quality of service perspective has been given after the service specification.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	IV
REMERCIEMENTS.....	V
RÉSUMÉ.....	VI
ABSTRACT.....	IX
TABLE DES MATIÈRES.....	XII
LISTE DES TABLEAUX.....	XVI
LISTE DES FIGURES.....	XVII
LISTE DES ANNEXES.....	XX
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....	XXI
AVANT-PROPOS.....	XXV
CHAPITRE I : INTRODUCTION.....	1
1.1 Services de télécommunications. Définitions.....	1
1.2 Définitions des interactions entre services.....	4
1.3 La création de nouveaux services.....	6
1.4 Les services télé - avertisseur et SMS.....	8
1.4.1 Le service télé - avertisseur.....	8
1.4.2 Le service SMS.....	9
1.4.3 L'évolution des services pour les réseaux mobiles.....	11
1.5 L'objectif du mémoire.....	12

CHAPITRE II : LE DÉVELOPPEMENT DE NOUVEAUX SERVICES.....	13
2.1 Les réseaux intelligents.....	13
2.1.1 Introduction.....	13
2.1.2 L'évolution de la normalisation d'IN.....	15
2.1.3 Le système de signalisation SS7.....	16
2.1.3.1 Présentation générale du SS7.....	16
2.1.3.2 Les parties composantes du réseau SS7.....	19
2.1.4 L'aperçu du modèle conceptuel d'un réseau intelligent.....	19
2.1.4.1 Le plan de service.....	21
2.1.4.2 Le plan fonctionnel global.....	21
2.1.4.3 Le plan fonctionnel de distribution.....	22
2.1.4.4 Le plan physique.....	24
2.1.5 L'architecture physique.....	24
2.1.5.1 Le point d'accès réseau - NAP.....	25
2.1.5.2 Le point de commutation des services - SSP.....	26
2.1.5.3 Le point de contrôle de service - SCP.....	26
2.1.5.4 Le processeur adjoint - AD.....	26
2.1.5.5 Le périphérique intelligent - IP.....	26
2.1.5.6 Le système de gestion des services - SMS*.....	27
2.1.5.7 L'environnement de création des services - SCE.....	27
2.2 Le cycle de vie de service - « Service Life Cycle (SLC) ».....	28
2.3 Interactions entre services - détection et résolution.....	32
2.3.1 Interactions entre services dans les IN et dans les réseaux multimédia.....	32
2.3.2 Exemples des méthodes de détection et résolution.....	34
2.4 L'utilisation de l'architecture WAP au développement des services.....	39
2.4.1 Les objectives de l'architecture WAP.....	40
2.4.2 L'architecture WAP.....	40
2.4.2.1 Introduction au modèle de programmation WWW.....	42

2.4.2.2 L'environnement d'application - WAE.....	44
2.5 Le service SMS dans le cadre de l'architecture WAP.....	45
 CHAPITRE III : LA PRÉSENTATION DU SERVICE SMS.....	47
3.1 Introduction.....	47
3.1.1 L'architecture réseau du service SMS/PP.....	47
3.1.2 L'architecture des protocoles SMS/PP.....	49
3.1.2.1 Les services offerts par la couche SM-TL.....	49
3.1.2.2 Les services offerts par la couche SM-RL.....	51
3.1.3 Le service SMS/CB.....	51
3.2 Le concept de messagerie intelligente d'après NOKIA.....	51
3.2.1 L'architecture de messagerie intelligente.....	51
3.2.2 Les formats des messages et la spécification du protocole.....	53
3.3 L'implantation actuelle du service et nouveaux défis : multicast, émulation du terminal, l'agenda d'affaires et considération de gestion de réseaux.....	53
 CHAPITRE IV : LES ASPECTS CONCERNANT LE « MULTICAST » DANS LES RÉSEAUX SANS FIL.....	58
4.1 Introduction à la problématique de communications de groupe.....	58
4.2 Particularités du multicast dans Internet.....	61
4.3 Particularités du « multicast sans fil ».....	63

CHAPITRE V : LA SPÉCIFICATION DU SERVICE MSMS : (MS)²	69
5.1 La description de la méthodologie de spécification.....	69
5.2 Le cycle de vie du service (MS) ²	72
5.2.1 L'analyse des besoins.....	72
5.2.2 La modélisation du comportement du service (MS) ²	74
5.2.2.1 Le modèle conceptuel du service (MS) ²	75
5.2.2.2 L'architecture physique du réseau (MS) ²	80
5.2.2.3 Les protocoles et l'architecture des protocoles (MS) ²	83
5.2.2.4 La spécification du service (MS) ² à l'aide de « <i>Message Sequence Charts - MSC</i> ».....	89
5.3 L'analyse des interférences possibles.....	98
 CHAPITRE VI : CONCLUSION ET TRAVAUX FUTURS	102
 CHAPITRE VII : BIBLIOGRAPHIE	105
 ANNEXES	115

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : La correspondance « modèle conceptuel - implantation actuelle d'un IN »...	21
Tableau 2.2 : Une synthèse des approches d'analyse des interactions entre services.....	39
Tableau 3.1 : Les PDU utilisés par SMS.....	50
Tableau 6.1 : Les activités du cycle de vie des services.....	103
Tableau B.1 : L'aperçu de la structure des diagrammes MSC.....	126

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Le réseau télé - avertisseur.....	9
Figure 1.2 : L'architecture réseau SMS.....	10
Figure 2.1 : L'architecture fonctionnelle d'un réseau intelligent.....	15
Figure 2.2 : La comparaison entre le modèle OSI et l'architecture du protocole SS7.....	17
Figure 2.3 : Les entités du réseau SS7.....	19
Figure 2.4 : Le modèle conceptuel du réseau intelligent.....	20
Figure 2.5 : Les relations entre les entités fonctionnelles du DFP.....	23
Figure 2.6 : L'architecture physique du réseau intelligente.....	25
Figure 2.7 : Les acteurs du cycle de vie des services.....	29
Figure 2.8 : Le modèle du cycle de vie des services.....	31
Figure 2.9 : Le modèle « <i>d'entreprise</i> » utilisé pour l'analyse des interactions.....	35
Figure 2.10 : La décomposition modulaire de la tâche de contrôle.....	38
Figure 2.11 : La comparaison entre l'architecture WAP et les couches Internet.....	41
Figure 2.12 : Les services WAP.....	42
Figure 2.13 : Un exemple d'architecture WAP.....	43
Figure 2.14 : Exemple de l'architecture WAE.....	45
Figure 2.15 : Exemple d'utilisation du SMS dans l'architecture WAP.....	46
Figure 3.1 : L'architecture réseau du service SMS/PP.....	48
Figure 3.2 : L'architecture des protocoles SMS/PP.....	49
Figure 3.3 : L'architecture de messagerie intelligente.....	52
Figure 3.4 : Les connexions du service multicast SMS	55
Figure 3.5 : Proposition pour la future architecture du service SMS.....	57
Figure 4.1 : Les topologies de communication de groupe.....	59
Figure 4.2 : Le « <i>multicast</i> » par rapport aux « <i>broadcast</i> » et « <i>unicast</i> ».....	59
Figure 4.3 : L'approche en couche du service multicast.....	60

Figure 4.4 : La connexion terminal mobile - terminal fixe à l'aide de I-TCP.....	66
Figure 4.5 : L'architecture de gestion des connexions multicast.....	67
Figure 5.1 : Un exemple de MSC.....	71
Figure 5.2 : L'analyse des besoins du nouveau service (MS) ²	73
Figure 5.3 : La description de la logique du service (MS) ² - <i>partie utilisateur</i>	76
Figure 5.4 : La description de la logique du service (MS) ² - <i>partie réseau</i>	78
Figure 5.5 : Les interactions de la logique du service (MS) ² - <i>partie réseau</i>	79
Figure 5.6 : L'architecture du réseau (MS) ²	80
Figure 5.7 : L'architecture des protocoles pour les connexions (MS) ² - RPM.....	85
Figure 5.8 : L'architecture des protocoles pour les connexions (MS) ² - Internet.....	87
Figure 5.9 : L'architecture des protocoles pour les connexions (MS) ² - RTC.....	88
Figure 5.10 : Le système SDL MS2_service.....	90
Figure 5.11 : Les symboles d'association et de dépendance en SDT 3.3.....	91
Figure 5.12 : Le diagramme HMSC MS2_SERVICE.....	92
Figure 5.13 : Exemple de spécification MSC/PR orientée instance.....	96
Figure A.1 : Basic MSC.....	117
Figure A.2 : La composition horizontale.....	121
Figure A.3 : Un exemple de HMSC.....	122
Figure B.1 : Le système SDL MS2_service.....	127
Figure B.2 : Le diagramme HMSC MS2_SERVICE.....	128
Figure B.3 : Le diagramme MSC DEMANDE_MS2.....	129
Figure B.4 : Le diagramme MSC ACTIVATION_MS2.....	130
Figure B.5 : Le diagramme MSC REFUS_MS2.....	131
Figure B.6 : Le diagramme MSC DEACTIVATION_MS2.....	132
Figure B.7 : Le diagramme HMSC IDENTIFICATION_MO.....	133
Figure B.8 : Le diagramme MSC VERIFICATION_PROFILE_MO.....	134
Figure B.9 : Le diagramme MSC MO_VALIDE.....	135
Figure B.10 : Le diagramme MSC MO_INVALIDE.....	136
Figure B.11 : Le diagramme MSC ERREUR_MS2.....	137

Figure B.12 : Le diagramme HMSC EXECUTION_MS2.....	138
Figure B.13 : Le diagramme MSC ANALYSE_SMS.....	139
Figure B.14 : Le diagramme MSC LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR.....	140
Figure B.15 : Le diagramme MSC ANALYSE_ADR_TELEPH.....	141
Figure B.16 : Le diagramme MSC ENVOI_SMS_ADR_TELEPH.....	142
Figure B.17 : Le diagramme MSC ANALYSE_ADR_E_MAIL.....	143
Figure B.18 : Le diagramme MSC ENVOI_SMS_ADR_E_MAIL.....	144
Figure B.19 : Le diagramme MSC EXECUTION_SMS_MT_UTILISATEUR.....	145
Figure B.20 : Le diagramme HMSC LOGIQUE_MS2_RESEAU.....	146
Figure B.21 : Le diagramme MSC EXECUTION_LOGIQUE_MS2_RESEAU.....	147
Figure B.22 : Le diagramme MSC EXECUTION_SMS_MT_RESEAU.....	148
Figure B.23 : Le diagramme MSC CONFIRMATION_SMS_MT.....	149

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A : INTRODUCTION AU LANGAGE MSC ET LA DESCRIPTION DE LA PLATE-FORME DE SPÉCIFICATION

A.1 Introduction au langage de spécification MSC.....	115
A.2 Les principes et les éléments de base du langage MSC.....	116
A.2.1 Basic MSC (MSC).....	117
A.2.2 High-Level MSC (HMSC).....	121
A.3 La description de la plate-forme de spécification.....	123

ANNEXE B : LA SPÉCIFICATION MSC/GR DU SERVICE (MS)².....	124
--	------------

ANNEXE C : DISQUETTES.....	150
-----------------------------------	------------

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AD	Adjunct Processor
AIN	Advanced Intelligent Networks
ASE	Application Service Element
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BCP	Basic Call Processing
Bellcore	Bell Communications Research
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station System
CCAF	Call Control Agent Functions
CCF	Call Control Functions
CS	Capability Set
D-AMPS	Digital-Advanced Mobile Phone Service
DCS	Digital Cellular System
DFP	Distribution Functional Plane
ERMES	European Radio Message System
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDT	Formal Description Techniques
GMSC	Gateway Mobile Switching Center
GSL	Global Service Logic
GSM	Global System Mobile
GPRS	Global Packet Radio Service
HDML	Hand-held Device Markup Language
HDTP	Hand-held Device Transport Protocol
HLR	Home Location Register
HMSC	High Level Message Sequence Charts

HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IN	Intelligent Network
INAP	Intelligent Network Application Part
IP	Intelligent Peripheral
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISUP	ISDN User Part
ITTP	Intelligent Terminal Transfer Protocol
ITU-T	International Telecommunications Union - Telecommunications
IWMSC	Inter-Working Mobile Switching Center
MAP	Mobile Application Part
MBONE	Multicast Backbone
MS	Mobile Station
(MS) ²	Multicast Short Message Service
MSC	Mobile Switching Center
MSC	Message Sequence Charts
MSISDN	Mobile Station ISDN Number
MSN	Mobile Service Node
MSRN	Mobile Station Roaming Number
MTP	Message Transfer Part
NAP	Network Access Point
NBS	Narrow Band Socket
NSP	Network Service Part
OAMP	Operation Administration Maintenance and Provisioning
OSI	Open Systems Interconnection
PCS	Personal Communications Service
PDA	Personal Digital Assistant

POTS	Plain Old Telephony Service
QoS	Qualité de Service
RNIS	Réseau Numérique à Intégration des Services
RPM	Réseau Publique Mobile
RTC	Réseau Téléphonique Commuté
SCCP	Signaling Connection Control Part
SCE	Service Creation Environment
SCEF	Service Creation Environment Functions
SCF	Service Control Functions
SCP	Service Control Point
SDF	Service Data Functions
SDL	Specification and Description Language
SEE	Service Execution Environment
SIB	Service Independent Building Block
SIHP	Service Interaction Handling Process
SL	Signaling Link
SLC	Service Life Cycle
SLP	Service Logic Program
SMAF	Service Management Access Functions
SME	Short Message Entity
SMF	Service Management Functions
SMS	Service Management System
SMS	Short Message Service
SMSC	Short Message Service Center
SMS-MO	SMS - Mobile Originating
SMS-MT	SMS - Mobile Terminating
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SP	Signaling Point

SRF	Specialized Resource Functions
SS7	Signaling System 7
SSF	Service Switching Functions
SSL	Secure Socket Layer
SSP	Service Switching Point
STP	Signaling Transfer Point
TCP	Transmission Control Protocol
TCAP	Transaction Capabilities Application Part
TLS	Transport Layer Security
TTML	Tagged Text Mark-Up Language
TTS	Text to Speech Synthesis
TUP	Telephony User Part
URL	Uniform Resource Locator
VLR	Visitor Location Register
WAE	Wireless Application Environment
WAP	Wireless Application Protocol
WML	Wireless Markup Language
WSP	Wireless Session Protocol
WTP	Wireless Transport Protocol
WWW	World Wide Web

AVANT-PROPOS

Le mémoire présente la problématique de développement de nouveaux services dans les réseaux de télécommunications, et en particulier dans les réseaux mobiles. Un exemple original de nouveau service (« *Multicast Short Message Service - (MS)²* ») a été choisi pour approfondir l'analyse des activités nécessaires à la création des nouveaux services pour les réseaux mobiles.

Le mémoire présente les différentes méthodologies de création de services. Il analyse les définitions nécessaires à la compréhension du cycle de vie des services (chapitre I) et décrit le cadre général de développement des services ainsi que les problèmes (interactions entre services) qui pourrait empêcher le fonctionnement désiré du service (chapitre II). Les informations nécessaires à la spécification du nouveau service (MS)², i.e., les caractéristiques du service de messagerie SMS et la problématique de communications de groupe, sont fournies dans les chapitres III et IV.

La méthodologie de spécification du service et une brève analyse des possibles interactions sont présentées dans le chapitre V. Un aperçu du langage de spécification MSC et la spécification MSC/GR du service (MS)² se trouvent dans les annexes A et B, respectivement.

CHAPITRE I

INTRODUCTION

1.1 Services de télécommunications. Définitions

Les premiers équipements terminaux et de commutation téléphonique ont été conçus pour offrir la possibilité de connexion et de transport de la voix entre les différents utilisateurs du réseau téléphonique, ce qu'on appelle maintenant *le service téléphonique de base* (« *Plain Old Telephony Service - POTS* »).

Comme présenté par EURESCOM¹, le *service de télécommunications* représente un ensemble d'aptitudes remarquées par un utilisateur lors de l'interaction avec un réseau de télécommunications ou avec un fournisseur de services, et pour lequel on prépare une facture séparée [1]. Du point de vue de la signalisation, le service téléphonique de base nous permet seulement d'établir et d'interrompre des canaux de communications entre deux usagers du service, c'est-à-dire, le service ne permet que des connexions point - à - point.

Le standard fédéral 1037C des États-Unis définit le service de télécommunications comme suit [2]:

« A specified set of user-information transfer capabilities provided to a group of users by a telecommunications system. The telecommunications service user is responsible for the information content of the message. The telecommunications service provider has the responsibility for the acceptance, transmission, and delivery of the message. »

1. EURESCOM (« *European Institute for Research and Strategic Studies in Telecommunications* ») est un consortium européen qui a comme objectif la recherche pré-compétitive en télécommunications. Ses actions sont partagées entre 23 opérateurs de télécommunications européennes, dont les plus connus sont British Telecom, France Telecom et Deutsche Telekom.

Cette définition nous indique une distincte séparation entre la responsabilité de l'utilisateur et celle du fournisseur de service en ce qui concerne le contenu et la manière de traitement d'un message. D'un part, l'utilisateur d'un service de télécommunications est intéressé dans le transfert d'information, peu importe le moyen utilisé, et d'autre part, le fournisseur du service s'engage à mettre en place les moyens nécessaires pour assurer le transfert de l'information des utilisateurs, peu importe son contenu.

Dans la dernière décennie, la compétition croissante entre des différents fournisseurs des services qui essayent de répondre aux demandes des utilisateurs des infrastructures de télécommunications (large bande ou sans fil), a créé une pression importante pour le développement et l'implantation rapides de nouveaux services de télécommunications ou d'options aux services actuels. Une *option de service* (« *service feature* ») représente une composante spécifique qui fait partie du service et qui est utilisée ensemble avec d'autres parties du même service [1]. Une option de service peut être vue comme la caractéristique de base du service ou comme une extension optionnelle du service. A titre d'exemple, on peut citer l'apparition du service vidéo - conférence ou bien celui de téléphonie cellulaire, qui peut intégrer à son tour des options différentes, telles que l'appel en attente ou le renvoi automatique.

Kempe définit la modification du comportement d'un nouveau service implanté dans un réseau avec un comportement connu, par le fonctionnement des services déjà existants dans le réseau, comme *interaction entre services* (« *service interactions* ») [3]. L'apparition des interactions entre les différentes services existants et ceux à planter, ou bien entre les différentes options de service d'un même service, représente un des obstacles majeurs pour la provision rapide des services de qualité. Ceci fait l'objet de recherches importantes qui essayent de trouver des solutions améliorées pour l'analyse et le traitement efficace des interactions. Tous les efforts portés sur le traitement des interactions mettent en évidence le besoin de définir des architectures réseaux et de développement des services, flexibles et modulaires. La modularité permet d'étendre les services d'une manière simple et efficace, et d'ajouter ou d'enlever des services sans affecter la qualité négociée au début avec les clients, et sans changer l'infrastructure de télécommunications déjà existante. Présentement, seulement l'architecture du réseau intelligent correspond aux critères de (1) modularité et (2) de développement des services indépendamment de l'infrastructure réseau.

En parallèle avec l'évolution du système de signalisation et des équipements de commutation, on peut aussi constater une évolution des équipements terminaux. Ceci apporte une contribution supplémentaire à la pression pour le développement rapide des services capables de permettre leur utilisation. Cette évolution a favorisé l'apparition des plusieurs services à valeur ajoutée, tel que le service de messagerie alphanumérique « *Short Messages Service - SMS* ». Dans la version de base, le service SMS offre la possibilité de transfert des messages entre deux terminaux mobiles. Présentement, le service SMS contient des options telles que l'accès au réseau Internet (exemple : fureteur et envoi du courrier électronique) ou l'émulation de terminal (option qui permet des connexions directes entre des terminaux mobiles). Un désavantage important du service SMS actuel est qu'il ne supporte que des connexions point - à - point (« *unicast* »).

Ce mémoire présente la spécification du service « *Multicast SMS - (MS)²* » (un nouveau service qui ajoute la caractéristique multicast au service SMS existant) dans le contexte des réseaux sans fil basés sur l'ensemble de normes « *Global System Mobile - GSM* » élaborées par l'Institut Européen de Normalisation pour Télécommunications (ETSI). Le nouveau service (MS)² a été dérivé à partir du service SMS, et il va permettre l'établissement des connexions de type point - à - multipoint (multicast). Le (MS)² pourra être intégré dans l'architecture générale du protocole d'application sans fil connu sous le nom « *Wireless Application Protocol - WAP* », qui a été rendue publique comme version préliminaire en septembre 1997 par WAP Forum [4]. L'architecture WAP est le résultat de la collaboration des partenaires du WAP Forum², et a comme objectif la normalisation du processus de développement des applications et services à travers des réseaux sans fil. Nous avons choisi le service SMS parce qu'il représente l'exemple idéal pour l'analyse du processus de développement des nouveaux services dans le contexte complexe représenté par l'évolution constante de l'intelligence existante dans les réseaux mobiles et dans les terminaux d'accès aux réseaux mobiles.

2. WAP Forum est une association des plusieurs compagnies (Alcatel, AT&T, Ericsson, Nortel, Motorola) qui a comme objectif la spécification d'une infrastructure globale destinée à la création et à la provision rapide des services dans les réseaux mobiles.

Le mémoire propose la spécification du service (MS)² en se basant sur le concept de réseau intelligent. La définition du concept de réseau intelligent est basée sur deux solutions. La première solution est l'utilisation du réseau de signalisation SS7 qui offre le transport fiable des messages entre les éléments du réseau. La deuxième solution est représentée par la conception, la création et la provision rapide des services dans le cadre d'un réseau intelligent. Ces deux aspects conduisent vers un développement rapide des services sophistiqués, spécialement pour les réseaux mobiles, qui sont le catalyseur de l'intégration de plusieurs technologies de télécommunications.

1.2 Définitions des interactions entre services

Présentement, les fournisseurs de services de télécommunications doivent répondre plus rapidement à la demande du marché, et à des prix moins élevés. Kimbler affirme que, malgré la définition des architectures des services évoluées, telles que celle de réseaux intelligents (IN), l'apparition des interactions entre services reste l'obstacle majeur devant le développement et le déploiement rapide des services [5]. Une approche utilisée souvent pour résoudre ce problème est de traiter les interactions comme des erreurs de programmation. La solution pour ce genre de problèmes était de modifier le code du service, ce qui présentement n'est plus faisable à cause du nombre et de la complexité des nouveaux services.

L'étude des interactions entre services a commencé sur des exemples des services et d'options de service propres aux réseaux téléphoniques commutés. Nous pouvons citer quelques options de services et leurs combinaisons, utilisées comme exemples pour l'analyse des interactions, telles que la conférence à trois (« *Three way Calling - TWC* »), le renvoi automatique (« *Call Forwarding* ») ou l'appel en attente (« *Call Waiting - CW* ») [6, 7, 8, 9]. Toutefois, l'apparition des interactions n'est pas un phénomène particulier aux réseaux téléphoniques commutés. Le déploiement des réseaux large bande et sans fil offre un nouvel environnement d'étude des interactions, spécialement pour des services multimédia ou de messagerie sans fil, par exemple.

Beaucoup d'efforts ont été investis pour la *définition*, la *classification*, la *détection* et la *résolution* des interactions entre services. L'apparition des interactions a été traitée d'une manière globale,

avec l'objectif d'élaborer une stratégie générale d'analyse des interactions [10], soit dans le cadre plus spécifique des réseaux intelligents [11] soit pour des réseaux multimédia [12].

Une des plus connue définitions pour les interactions entre services a été donnée par Bowen [13] :

« We say that undesirable feature interaction is a behavior through which one feature inhibits or subverts the intended execution of another feature or another instance of itself, or create joint execution dilemmas that are not resolved within the individual feature instance. »

D'après Kempe, cette définition concerne plutôt les interactions non - souhaitées dans le sens où nous constatons que les services ou options de service interfèrent entre eux sans nous donner la possibilité d'intervenir et de résoudre l'interaction [3]. Zave présente les caractéristiques et le comportement des services qui génèrent des interactions non - souhaitées (ou interférences) et propose l'utilisation des méthodes formelles pour le traitement des interactions [14]. Cependant, nous pouvons rencontrer des interactions qui ne corrompent pas l'exécution des services, ce qui demande l'intervention des plusieurs autres considérations pour la classification des interactions. La problématique des interactions souhaitées et non - souhaitées a été traitée par Dini et Bochmann, qui proposent l'optimisation des interactions existantes souhaitées et l'adaptation automatique des interactions non - souhaitées ainsi que le comportement du système suive sa spécification initiale au moment de l'installation des services au réseau [15].

Bowen classifie les interactions entre services comme suit [13]:

1. *« Logical Specification Interactions »* : les services interfèrent à cause des possibles interrelations logiques entre les spécifications des services ;
2. *« Network Implementation Interactions »* : les interactions apparaissent au moment de leur implantation dans le réseau, quand le même signal « hardware » est utilisé par des services séparés de point de vue logique.
3. *« Feature Software Interactions »* : il s'agit des interactions causées par l'utilisation des mêmes structures du logiciel par des services ou options de service différentes.

Il y a plusieurs approches qui traitent le problème des interactions entre services. Une étude de performance pour des différentes méthodes de détection et résolution des interactions a été réalisée dans le cadre du projet européen EURESCOM P509. Kimbler et Velthuijsen offrent une nouvelle définition pour l'analyse des interactions qui permet leur classification consistante [10] :

« A feature interaction occurs when the behaviour of one feature is affected by the behaviour of another feature or another instance of the same feature. »

Cette définition n'était pas suffisante, car l'intention des auteurs (Kimbler et Velthuijsen) a été de définir plutôt les interactions entre services et pas le *problème* des interactions, sans avoir l'intérêt à préciser si l'interaction est souhaitée ou non. Après l'analyse de plusieurs exemples, ils ont constaté qu'il y a deux situations qui génèrent des interactions entre services : (1) l'incompatibilité entre les demandes nécessaires pour le développement des services (au niveau *analyse des besoins*), (2) le comportement différent d'un service dans la présence des autres services [10]. La nouvelle définition de Kimbler et Velthuijsen est :

« A feature interaction occurs :

- 1. at the requirements level, as a failure to meet the requirements (achieve the goals) of multiple features by their respective feature logics, or*
- 2. at the system level, as a failure to manipulate an object by multiple feature logics. »*

Une fois que la problématique des interactions entre services a été présentée, il faut commencer l'étude du processus d'analyse des interactions, constitué par leur détection et résolution. Plusieurs approches sont présentées dans la section 2.3.

1.3 La création des nouveaux services

Eberlein a identifié trois méthodologies normalisées pour la création des services [16], soit : (1) la méthodologie générale de l'ITU-T, élaborée pour les réseaux numériques à intégration des services RNIS (avec les activités de définition : (a) des aspects fonctionnels des services et (b) des aspects nécessaires à l'implantation réseau des services), (2) la méthodologie IN, spécifique aux réseaux

intelligents [17] (avec les activités définies par le cycle de vie des services) et (3) la méthodologie SDL (décrite en [18]). Dans le présent mémoire, nous utilisons une combinaison des éléments spécifiés par les deux dernières méthodologies, soit IN et SDL.

Les nouveaux services peuvent être implantés soit (1) directement au niveau d'un commutateur, ce qui peut souvent demander le changement de son architecture logicielle ou matérielle, soit, (2) à l'aide de l'architecture de réseau intelligent qui permet de garder intactes les architectures logicielles et matérielles des systèmes de commutation utilisées dans le réseau. Pour les deux approches d'implantation des services présentés, (« commutateur » et « réseau intelligent »), il s'agit de suivre les mêmes étapes de développement, réunies sous le nom de *cycle de vie des services* (« *Service Life Cycle - SLC* »). Le SLC décrit l'évolution des actions entreprises pour le développement d'un service à partir de l'analyse des besoins du client jusqu'à l'installation du nouveau service dans le réseau [1].

Le cycle de vie des services définit un ensemble d'actions pour les activités de spécification, de conception et d'implantation d'un nouveau service. Bien qu'une description plus détaillée du cycle de vie de services et de ses activités soit donnée dans la section 2.1, nous présentons brièvement les trois activités les plus importantes :

1. l'activité de spécification de service a comme objectif la description non - ambiguë des propriétés et du comportement du service, pour éliminer ainsi la possibilité d'apparition de plusieurs interprétations de son comportement, qui nuiront aux activités suivantes ;

2. la conception du service met l'accent sur le développement de la structure du service et la définition de son architecture logicielle comme partie intégrante du système. L'activité de conception a comme objectif la définition en détail du fonctionnement et du comportement du service ;

3. l'implantation représente l'ensemble d'actions nécessaires pour la traduction de la structure du service dans une forme appropriée pour l'installation dans le réseau, c'est à dire sous la forme d'un programme exécutable.

1.4 Les services télé - avertisseur et SMS

Cette section décrit l'évolution des services de messagerie dans le cadre des réseaux sans fil. La section commence avec la présentation du service de télé - avertisseur classique et continue avec une description générale du service SMS, qui hérite du concept de télé - avertisseur.

1.4.1 Le service télé - avertisseur

Le service télé - avertisseur traditionnel (« *Wide Area Paging* ») a eu comme principal objectif d'alerter et d'informer les possesseurs qu'ils sont appelés, en utilisant deux formats de messages : (1) numériques, et (2) alpha - numériques. La tendance actuelle est de diversifier les caractéristiques du service existant par l'introduction des nouvelles options de service, telle que la diffusion des messages qui contient des informations météo ou financières, par exemple. Initialement, le service télé - avertisseur envoyait seulement un signal d'alerte, qui avait la signification qu'un message vocal pour le destinataire de l'appel était disponible au centre de service. Le message pourrait être consulté par le destinataire en appelant le centre de service [19]. Le service a évolué vers l'envoi du numéro appelant sous la forme numérique et des messages alphas - numériques (comme par exemple la version texte d'un message vocal) sont envoyés présentement vers les terminaux télé - avertisseur. Comme on peut observer, la quantité de l'information transférée augmente (d'un simple signal d'alerte vers des messages texte), ce qui demande l'utilisation de canaux radio qui supportent des débits plus élevés.

Les principaux éléments impliqués dans l'infrastructure d'un réseau télé - avertisseur : le terminal de contrôle, le réseau de distribution et les stations de base sont identifiés dans la figure 1.1 [19].

Le réseau d'accès est en effet le réseau téléphonique commuté, qui est maintenant connecté à un ou plusieurs points d'entrée au réseau télé - avertisseur. Les points d'entrée représentent la passerelle entre le réseau d'accès et le *terminal de contrôle*. C'est le terminal de contrôle qui traite les appels télé - avertisseurs et où l'on maintient la base de données des usagers. Le terminal de contrôle fait le routage des appels télé - avertisseurs vers le *réseau de distribution* qui a le rôle de transport des appels vers les *stations de base*. Les stations de base prennent les appels et les diffusent dans leur zone de couverture. Comme protocole de transmission entre les stations de base et les télé -

avertisseurs on peut citer celui spécifié par la norme européenne ERMES (« *European Radio Message System* »), adoptée par ETSI (« *European Telecommunications Standards Institute* ») en 1994. La norme ERMES prévoit 16 canaux parallèles, chaque d'entre eux à un débit de 6250 bits/s et permet l'envoi de messages allant jusqu'aux 40 caractères. ERMES prévoit aussi des possibilités d'adressage qui permettent la diffusion des informations de genre nouvelles, météo, etc.

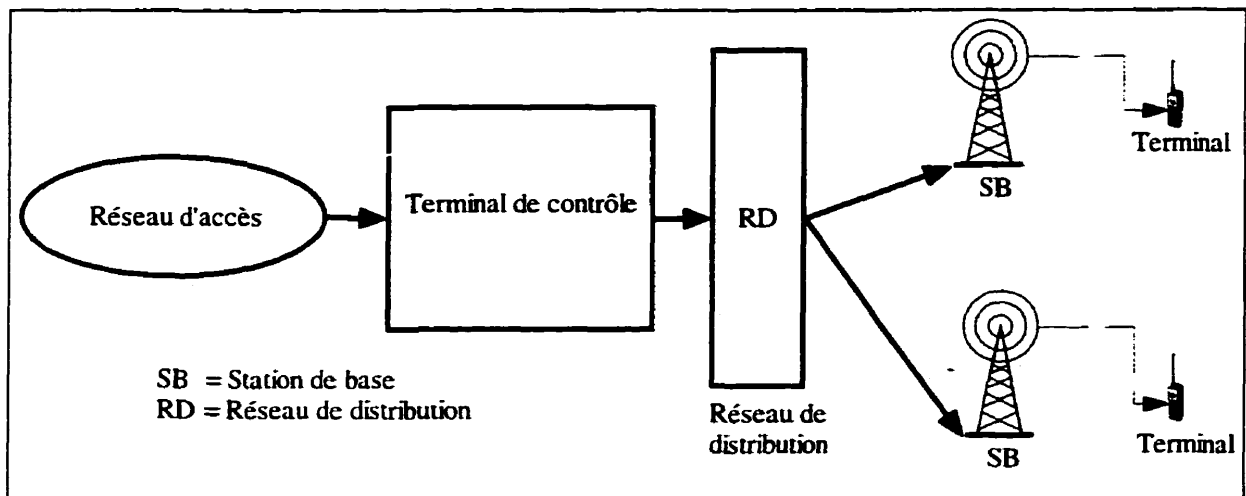


Figure 1.1 : Le réseau télé - avertisseur

Le service de télé - avertisseur est un service de diffusion qui permet essentiellement le transport de l'information dans un seul sens, de la station de base vers les terminaux. Le futur développement du service prévoit la communication bilatérale entre station de base et terminal, ce qui offre la possibilité de confirmation de réception des messages. Un exemple de service télé - avertisseur bidirectionnel est le service de système de communications personnelles bande étroite qui offre un canal de 24000 bits/s dans le sens station de base - terminal et un canal 9600 bits/s pour le canal de retour [19]. Ce service ouvre la porte pour des options de service, telles que le courrier électronique et la messagerie fac-similé.

1.4.2 Le service SMS

Un service plus évolué que celui standard de télé - avertisseur a été défini dans le cadre de la norme GSM. Il s'agit du service d'envoi des courts messages appelé SMS (« *Short Message Service* »). Le service SMS offre aux usagers des réseaux GSM la possibilité d'envoi des messages à partir des

terminaux téléphoniques compatibles GSM vers d'autres utilisateurs du réseau ou, plus simple, il permet aux terminaux cellulaires de se comporter comme une télé - avertisseur. Chacun de messages transportés peut attendre une longueur maximale de 160 caractères, ce qui a permis l'extension du service avec des options de diffusion des informations similaires avec celles existantes dans le cas du service télé - avertisseur. Donc, on peut affirmer que la norme GSM propose l'ancien service télé - avertisseur comme une simple option dans le cadre du nouveau service SMS. L'architecture de réseau pour ce type de service est présentée dans la figure 1.2.

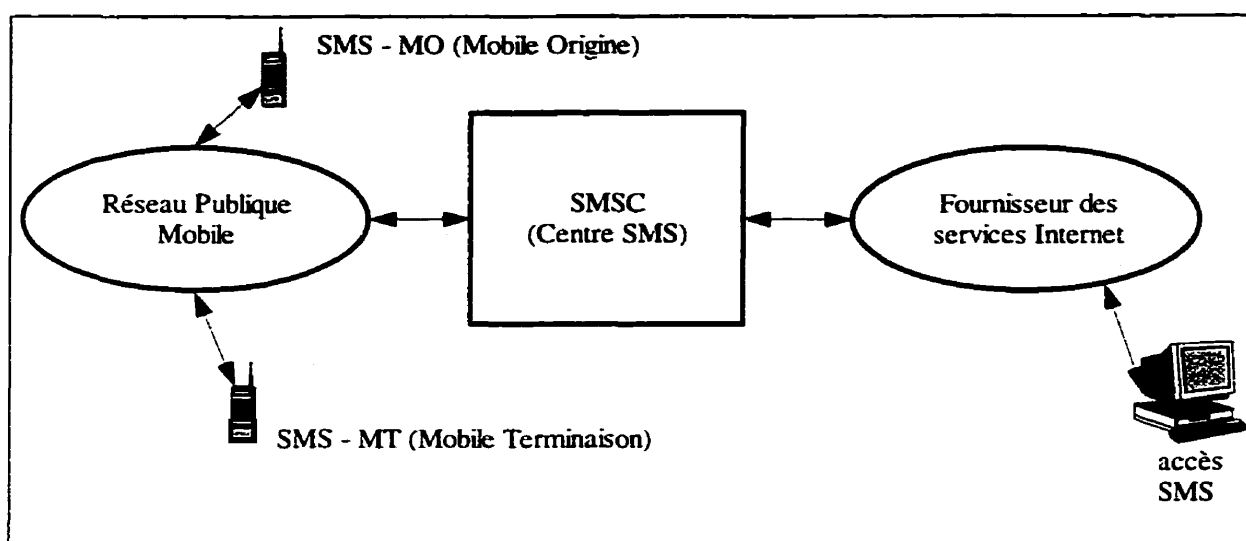


Figure 1.2 : L'architecture réseau SMS

La partie réseau, qui a un rôle similaire à celui du terminal de contrôle dans l'architecture du réseau télé - avertisseur, est, dans le cas de l'architecture SMS, le centre SMS (SMSC). Pour utiliser ce service, les terminaux doivent accéder le centre SMS, en utilisant plusieurs possibilités d'accès. Comme la figure 1.2 le présente, des terminaux mobiles peuvent appeler le numéro téléphonique du centre qui, à son tour, peut être accédé par des terminaux connectés au réseau Internet. Il y a un seul numéro d'accès au SMSC pour chaque réseau mobile.

Le centre SMS est en charge du routage des messages vers des utilisateurs et il a la possibilité d'enregistrer les messages pour une certaine période de temps dans le cas où les terminaux de destination ne sont pas connectés au réseau au moment de la réception du message. Il n'y a pas la possibilité de confirmer la réception des messages entre deux utilisateurs du service. La

confirmation de réception a un caractère local, c'est-à-dire, elle n'est valable que pour les communications entre SMS-MO (SMS-MT) et SMSC [20].

1.4.3 L'évolution des services pour les réseaux mobiles

Les services pour des réseaux mobiles passent d'une solution axée sur le transport de la voix vers une combinaison entre celle-ci et la messagerie sans fil du genre télé - avertisseur ou SMS [21]. Le succès de cette combinaison dépend beaucoup de la coopération entre les différents acteurs du marché de télécommunications, tel que les fournisseurs des services et d'équipement. Pour profiter pleinement des possibilités offertes par les normes GSM/PCS 1900, il va falloir bâtir une infrastructure flexible en terme d'outils de développement et des interfaces réseau, qui va permettre l'évolution harmonieuse et l'intégration facile des services. ERICSSON envisage présentement le développement d'une architecture réseau qui permet l'interconnexion du réseau Internet (et des possibles Intranet) avec des réseaux mobiles, tels que GSM. Cette architecture ouvre de bonnes perspectives pour le développement de services communs, spécifiques à ce type d'environnement réseau [22]. Une des tendances de développement est la création de services capables d'offrir aux téléphones mobiles la possibilité de naviguer sur Internet ou de changer les options des menus disponibles aux téléphones mobiles, tel que proposé par NOKIA dans le cadre de l'architecture de messagerie intelligente (« *Smart Messaging Architecture* ») [21]. Le principe derrière cette architecture est de connecter les réseaux mobiles et l'Internet, et d'offrir ainsi la possibilité d'accès aux services Internet (courrier électronique, pages web etc.) aux usagers mobiles. À cette fin, Nokia a spécifié le protocole « *Tagged Text Mark-Up Language - TTML* » utilisé pour les communications terminal téléphonique - passerelle réseaux. Une proposition de langage de contenu (« *mark - up* »), spécifique pour des terminaux sans fil, a été faite par la compagnie UNWIRED PLANET. Il s'agit du langage « *Handheld Device Markup Language - HDML* » qui a comme objectif de définir un modèle d'affichage et de navigation basé sur la transaction des pages (« *cards* ») d'information. La navigation est faite parmi un certain nombre de pages avec la possibilité de consulter leur contenu ou d'avancer et de retourner vers les pages suivantes et précédentes, respectivement [23]. Le protocole « *Handheld Device Transport Protocol - HDTP* » a été spécifié pour les opérations client - serveur, aux niveaux session et application, par la compagnie UNWIRED PLANET. HDTP offre les mêmes fonctions que les protocoles « *Hypertext Transfer Protocol - HTTP* » et « *Secure Socket*

Layer - SSL » [24]. ERICSSON propose le protocole « *Intelligent Terminal Transfer Protocol - ITTP* ». ITTP offre des fonctions similaires à celles offertes par HDML et HDTP. Les trois compagnies mentionnées ont proposé la création d'un protocole destiné à offrir aux terminaux mobiles l'accès au réseau Internet. Le nouveau protocole hérite les caractéristiques des trois approches présentées auparavant, c'est-à-dire les normes adaptées pour Internet HDML et HDTP par UNWIRED PLANET, le contrôle des services et options de service ainsi que l'accès à l'Internet de la messagerie intelligente NOKIA, et le contrôle de l'appel, ainsi que les fonctions de messagerie, du ITTP d'ERICSSON. Jusqu'à date, les efforts de normalisation ont été concrétisés par la création du « WAP Forum », qui a proposé l'architecture du protocole pour les applications sans fil « Wireless Application Protocol - WAP », présentée en détail dans le chapitre 2.

1.5 L'objectif du mémoire

Le travail présenté dans ce mémoire adresse le marché de fabricants des équipements de télécommunications ainsi que les fournisseurs des services ou opérateurs réseaux, dans le contexte d'un environnement en changement et normalisation continues. Le projet porte sur la spécification d'une architecture (de réseau et de protocoles) orientée multicast qui permet l'introduction des nouveaux services dans les réseaux de télécommunications mobiles. Le travail peut s'intégrer dans des activités de recherche et de normalisation internationales (tel que WAP Forum), avec des contributions possibles au niveau de l'évolution de l'architecture WAP. Notre objectif est de réduire la durée d'implantation de nouveaux services et la durée d'analyse des interactions. La réduction du temps d'implantation des services pourrait apporter des revenus supplémentaires pour tous les acteurs impliqués dans le marché de télécommunications.

Ce mémoire contient aussi mes contributions au domaine de développement des nouveaux services spécialement pour les réseaux mobiles. Les contributions mineures portent sur : (1) la classification des méthodes d'analyse des interactions entre services (la section 2.3), (2) le raffinement de la méthodologie de spécification des nouveaux services dans les réseaux de télécommunications (la section 5.1) et (3) sur les avantages potentiels du langage MSC pour la spécification des services (la section 5.1). Ma contribution majeure est la spécification du service « Multicast Short Message Service - (MS)² » (le chapitre 5).

CHAPITRE II

LE DÉVELOPPEMENT DE NOUVEAUX SERVICES

2.1 Les réseaux intelligents

Le cas spécifique de développement des services traité dans le présent mémoire fait partie de l'ensemble des services offerts par les réseaux mobiles qui utilisent le concept de réseau intelligent pour définir l'architecture supportant la notion de mobilité du terminal et de mobilité personnelle. En effet, les deux types de mobilité, du terminal et personnelle, permettent l'avancement vers le même type d'architecture réseau, qui va intégrer la séparation entre la commutation, la signalisation et la gestion et le contrôle des services. L'utilisation du concept de réseau intelligent ne se limite pas aux réseaux mobiles. Un réseau intelligent peut être aussi utilisé à l'introduction des services pour des réseaux large bande ou pour des réseaux téléphoniques commutés.

2.1.1 Introduction

La plupart des réseaux de télécommunications actuels ont été déployés utilisant des équipements basés sur des technologies propriétaires qui ne permettent pas de bâtir des réseaux hétérogènes de point de vue de l'équipement utilisé [25]. Du fait que l'intelligence nécessaire pour faire fonctionner les services se trouve installée dans chaque commutateur du réseau (dans ce cas le contrôle de la communication d'un usager est toujours associé avec le commutateur où il est connecté), l'ajout d'un nouveau service demande le changement du logiciel de commutation partout dans le réseau, ce qui est une tâche longue et difficile.

Les efforts de développement du concept de réseau intelligent (« *Intelligent Network - IN* ») ont eu comme principaux objectifs d'obtenir l'indépendance par rapport aux fournisseurs des équipements de télécommunications et le développement et l'installation rapide des services [17]. En d'autres termes, les parties d'intelligence des services et celle de commutation ont été séparées pour pouvoir offrir un contrôle centralisé des services (spécialement pour les systèmes qui supportent les utilisateurs mobiles, qui ont besoin d'un contrôle reparté de l'appel). Ceci permet à l'infrastructure

actuelle de télécommunications de satisfaire les besoins des clients en termes des nouveaux services de télécommunications.

La première norme sur les réseaux intelligents reconnue dans le monde de télécommunications a été publiée par Bellcore (« *Bell Communications Research* ») en 1989 sous le nom de « *Advanced Intelligent Networks - AIN* ». Ensuite, le travail de normalisation de l'Union Internationale de Télécommunications - Télécommunications (ITU - T) a été matérialisé en 1992 sous la série des normes Q.1200 - « *Capability Set 1 - CSI* », qui représente l'équivalent de la norme nord - américaine AIN.

Les deux normes citées sont très similaires et proposent l'utilisation du même système de signalisation pour le traitement des appels : le système de signalisation sur le canal sémaphore CCS7, connu aussi sous le nom de « *Signalling System No.7-SS7* » [26]. Le système SS7 est capable d'échanger en temps réel des informations de signalisation entre les différents noeuds du réseau dédiés à la commutation et au contrôle des services. Pour intégrer le système SS7 à l'intérieur d'un réseau intelligent, l'application TCAP (« *Transaction Capabilities Application Part* ») est utilisée pour assurer la communication entre les points de signalisation (commutateurs) du réseau.

Comme présenté dans la figure 2.1 (modifiée d'après [27]), les deux principaux objectifs d'un réseau intelligent, sont [17]:

- de permettre aux fournisseurs des services de développer et gérer leurs propres services, indépendamment des services déjà fournis par le constructeur de l'équipement de commutation;
- de permettre aux opérateurs de réseaux de gérer efficacement les ressources réseaux, indépendamment de l'infrastructure de réseau offerte par le constructeur de l'équipement.

Comme on peut voir dans la figure 2.1, il s'agit de deux canaux virtuels de communications entre les terminaux, un canal utilisé pour le transport de la voix à l'aide du réseau de commutation et transmission, et l'autre utilisé pour le transport de l'information de signalisation. Du point de vue fonctionnel, le réseau de signalisation SS7 est représenté séparément du réseau de transport (commutation et transmission) même si les modules appartenant au système SS7 sont englobés dans l'architecture matérielle de chacun des commutateurs.

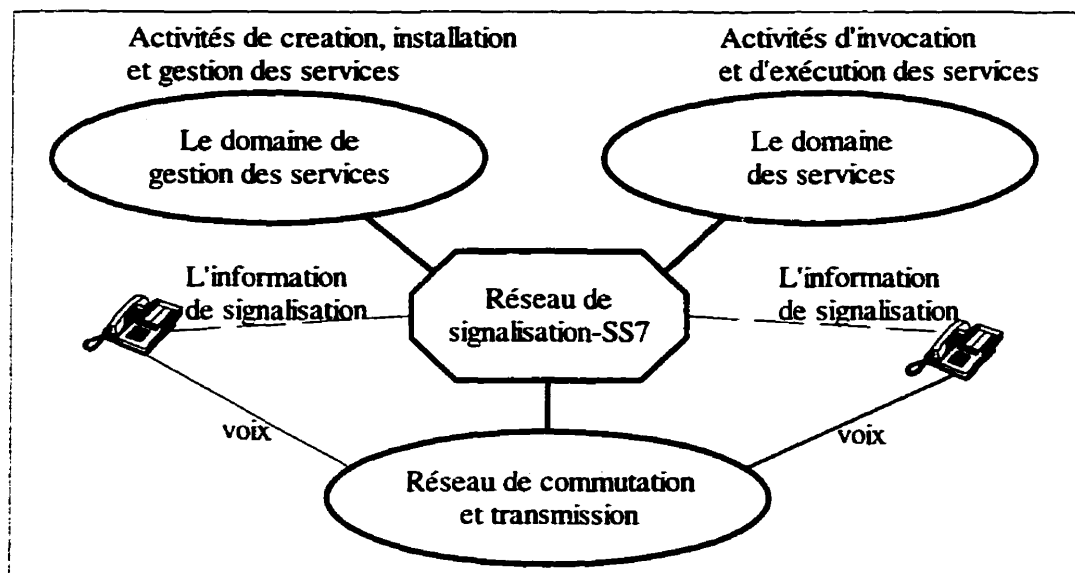


Figure 2.1 : L'architecture fonctionnelle d'un réseau intelligent

La composante fonctionnelle du réseau qui représente la logique de contrôle des services a été divisée dans le *domaine de gestion des services* (qui supporte des activités comme la création, l'installation et la gestion des services) et dans le *domaine des services* (qui supporte à son tour les activités d'invocation et d'exécution du code des services).

Les sous - sections suivantes décrivent les plus importants éléments du système de signalisation SS7 et l'architecture d'un réseau intelligent.

2.1.2 L'évolution de la normalisation d'IN

Pour atteindre les principaux objectifs mentionnés dans la sous - section 2.1.1, ITU-T a proposé une évolution de la normalisation en plusieurs étapes, pour permettre la définition du concept IN en fonction des nouveaux développements technologiques et du changement du marché [28, 17]. ITU-T a introduit la notion d'ensemble de fonctions « *Capability Set - CS* ». Les ensembles CS sont constitués par des définitions des caractéristiques IN appelées « *Long - Term Capability Sets - LTCS* » [25, 17]. Chaque LTCS, et implicitement chaque CS, inclut une série des différents services et caractéristiques approuvés dans la recommandation. Cette évolution en plusieurs phases a été possible par la définition des fonctions réutilisables, appelées « *Service Independent Building*

Blocks - SIB ». Des combinaisons différentes de SIB sont utilisées pour développer des nouveaux services ou des nouvelles options de service. La première réalisation CS1 d'ITU-T définit les services et les options des services IN comme l'appel en attente et les réseaux privés virtuels, ainsi que les SIB appropriés. Les prochaines CS vont se concentrer sur des services comme le support des appels multimédia, vidéoconférence, des services large bande et sur des services qui utilisent des concepts de mobilité.

2.1.3 Le système de signalisation SS7

Cette sous - section décrit les principes de base du système de signalisation SS7 qui agit comme infrastructure de transport pour les informations échangées entre les entités physiques du réseau intelligent.

2.1.3.1 Présentation générale du SS7

SS7 élimine la méthode classique de signalisation « *in - band* » (qui utilise les circuits de voix pour le transport de l'information de signalisation) et permet la transmission de l'information de signalisation en utilisant un réseau dédié (commutation par paquets), séparé du réseau classique de transport de la voix (commutation par circuits). SS7 permet aussi la séparation entre la fonctionnalité de commutation et celle de routage de la voix [25]. La figure 2.2 présente une comparaison fonctionnelle entre le modèle de référence OSI et celui de l'architecture en couches du SS7. Le protocole SS7 est basé sur un modèle en couches, composé par plusieurs parties :

- la partie transfert des messages - « *Message Transfer Part - MTP* » ;
- la partie des services réseau - « *Network Service Part - NSP* »;
- la partie intermédiaire ;
- la partie utilisateur ;
- la partie application.

La partie MTP est l'équivalente des trois premières couches du modèle OSI : physique, liaison de données et réseau, et elle est responsable du routage et du transport sans erreur des paquets de signalisation dans le réseau SS7.

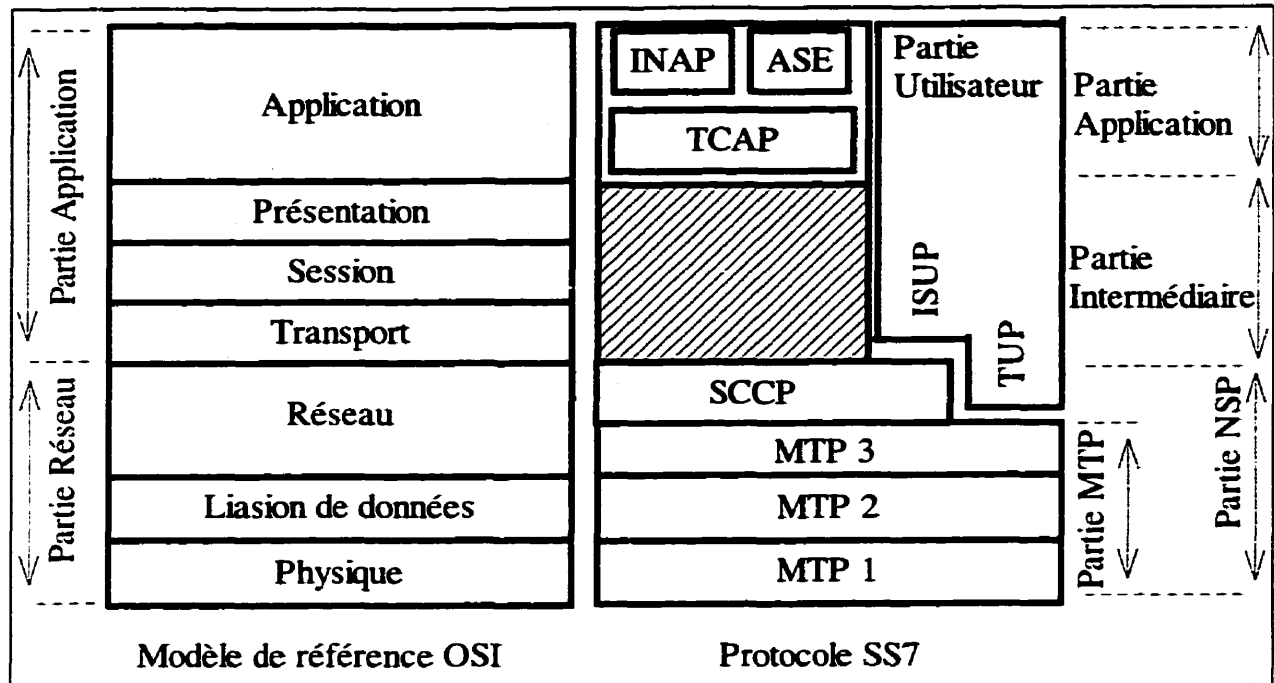


Figure 2.2 : La comparaison entre le modèle OSI et l'architecture du protocole SS7

La couche MTP1 est l'équivalent de la couche physique du modèle OSI, et elle définit les caractéristiques physiques (les aspects électriques des interfaces) et de signalisation. La couche MTP2 fournit un transport fiable des paquets des données sur le médium physique du réseau. Enfin, la couche MTP3 présente des fonctions d'adressage, de routage, de contrôle de la signalisation et de contrôle du routage entre les différents points de signalisation du réseau SS7.

La couche SCCP (« *Signalling Connection Control Part - SCCP* ») offre des services de contrôle de connexions de la signalisation SS7 et de transfert des unités de données de signalisation. Le SCCP peut supporter des protocoles de transport orientés connexion ou des protocoles de transport sans connexion. Il s'occupe aussi du contrôle de flux et assure l'ordonnancement des messages et de la retransmission éventuelle des messages reçus erronés. Les services assurés par la couche SCCP sont similaires à ceux offerts par la couche transport du modèle OSI. Le SCCP est utilisé par des applications qui demandent le transfert de messages de signalisation qui ne sont pas reliés à un circuit téléphonique particulier comme dans le cas du ISUP ou TUP (exemple : des messages utilisés pour la validation d'une carte de crédit par un réseau IN) [29].

La partie formée par les trois couches MTP à quoi s'ajoute la couche SCCP est appelée la partie des services réseau (« *Network Service Part - NSP* »), et traite le transport des messages dans le réseau [30]. Les caractéristiques appartenant aux couches 4, 5 et 6 du modèle OSI n'ont pas de correspondance directe en SS7. Une partie de ces caractéristiques est assimilée dans la couche SCCP et les autres fonctions se trouvent dans la partie utilisateur représentée par « *Integrated Services Digital Network Part - ISUP* » et « *Telephony User Part - TUP* ».

La partie utilisateur définit les fonctions de contrôle de l'appel dans le cas du réseau téléphonique (le protocole « *Telephone User Part - TUP* ») ou dans le cas d'un réseau numérique à intégration des services (le protocole « *ISDN User Part - ISUP* »). La partie application définit les fonctions d'application telles que des requêtes vers des bases des données ou des applications de services IN. Les parties TUP, ISUP et application supportent l'interaction entre les usagers et les services.

La partie application du protocole SS7 est constituée par deux composantes : TCAP (« *Transaction Capabilities Application Part* ») et TCAP - ASE (« *Application Service Element* ») [25]. L'application INAP (« *Intelligent Network Application Part* ») est la partie TCAP - ASE utilisée pour le transfert de l'information, sous la forme des unités de données PDU « *Protocol Data Units* », entre les entités fonctionnelles du IN. TCAP peut être identifié, en utilisant la terminologie OSI, avec un ASE (« *Application Service Element* »), et il est responsable de la gestion des dialogues entre les points de signalisation du réseau SS7. La partie TCAP utilise les services fournis par les couches SCCP et MTP afin d'offrir un support de signalisation aux applications interactives et distribuées dans le réseau [29].

INAP est défini comme un utilisateur du protocole TCAP [31]. INAP représente un ensemble d'applications installées dans tous les points de signalisation, qui permettent des interactions entre les points de signalisation du réseau SS7 [25]. ITU - T a défini MAP (« *Mobile Application Part* ») comme l'équivalent du INAP à être utilisé spécifiquement dans les réseaux mobiles. MAP inclut des fonctions telles que l'identification de la position d'un terminal mobile (« *roaming* »), de fonctions de « *handoff* » et des services pour les utilisateurs mobiles, tel que SMS.

2.1.3.2 Les parties composantes du réseau SS7

Un réseau SS7 emploie trois types d'entités de signalisation (voir la figure 2.3) : (1) la liaison de signalisation (« *Signalling Link - SL* »), (2) le point de transfert sémaphore (« *Signalling Transfer Point - STP* ») et (3) le point sémaphore (« *Signalling Point - SP* »).

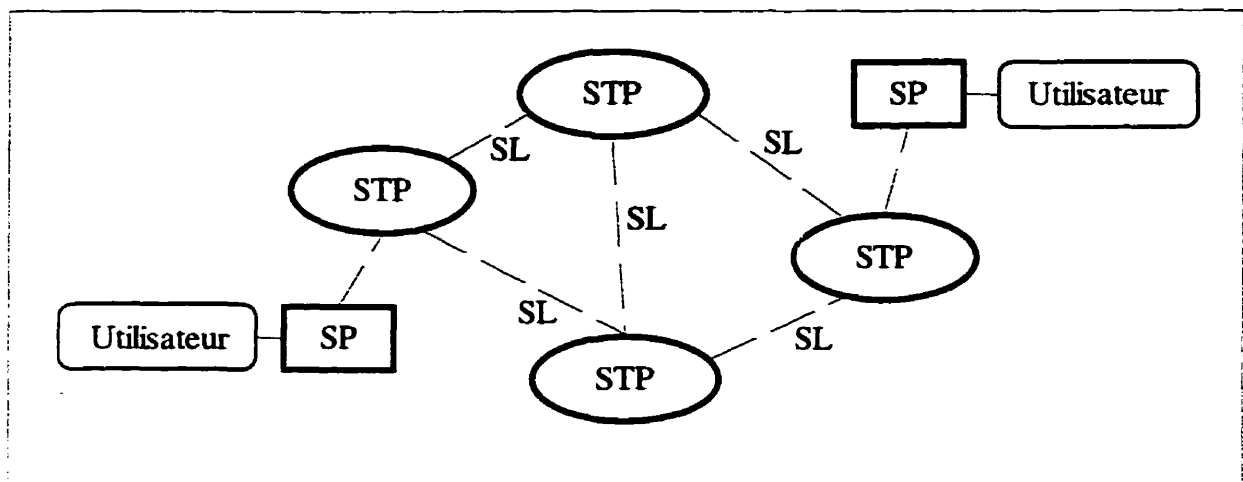


Figure 2.3 : Les entités du réseau SS7

1. La liaison de signalisation (ou canal sémaphore) assure le transport fiable des paquets contenant l'information de signalisation entre les composants du réseau SS7, à l'aide des protocoles utilisés par les couches MTP1 et MTP2.

2. Le point de transfert sémaphore s'occupe du routage des paquets entre des SP et d'autres STP du réseau. Toute la partie de transfert des messages (partie réseau) est implantée au STP.

3. Le point sémaphore est assimilé aux fonctions de signalisation d'un commutateur téléphonique et il contient une combinaison de la partie utilisateur et de la partie application du protocole SS7. Le point sémaphore est un commutateur qui reçoit, traite et transmet les messages de signalisation [29].

2.1.4 L'aperçu du modèle conceptuel d'un réseau intelligent

Le modèle conceptuel d'un réseau intelligent est utilisé pour décrire les services, les options de service offertes par le réseau et les éléments fonctionnels utilisés dans l'architecture du réseau [25].

Le modèle spécifie aussi les entités physiques et leurs interfaces.

Un des objectifs principaux du modèle conceptuel est de définir des fonctions indépendantes du service à implanter. Ces fonctions, appelées « *Service Independent Building Blocks - SIB* », permettent la spécification et la conception rapide des services.

Un autre objectif important est d'assurer l'indépendance d'implantation des services par rapport à l'infrastructure réseau en place. Ce concept permet d'isoler l'intelligence des services de la manière d'implantation des SIB dans les réseaux de télécommunications [28].

Le modèle conceptuel n'est pas considéré comme une architecture, mais comme un environnement facilitant la création des services. L'environnement est composé par quatre plans placés aux différents niveaux d'abstraction, tel que présenté dans la figure 2.4 [1].

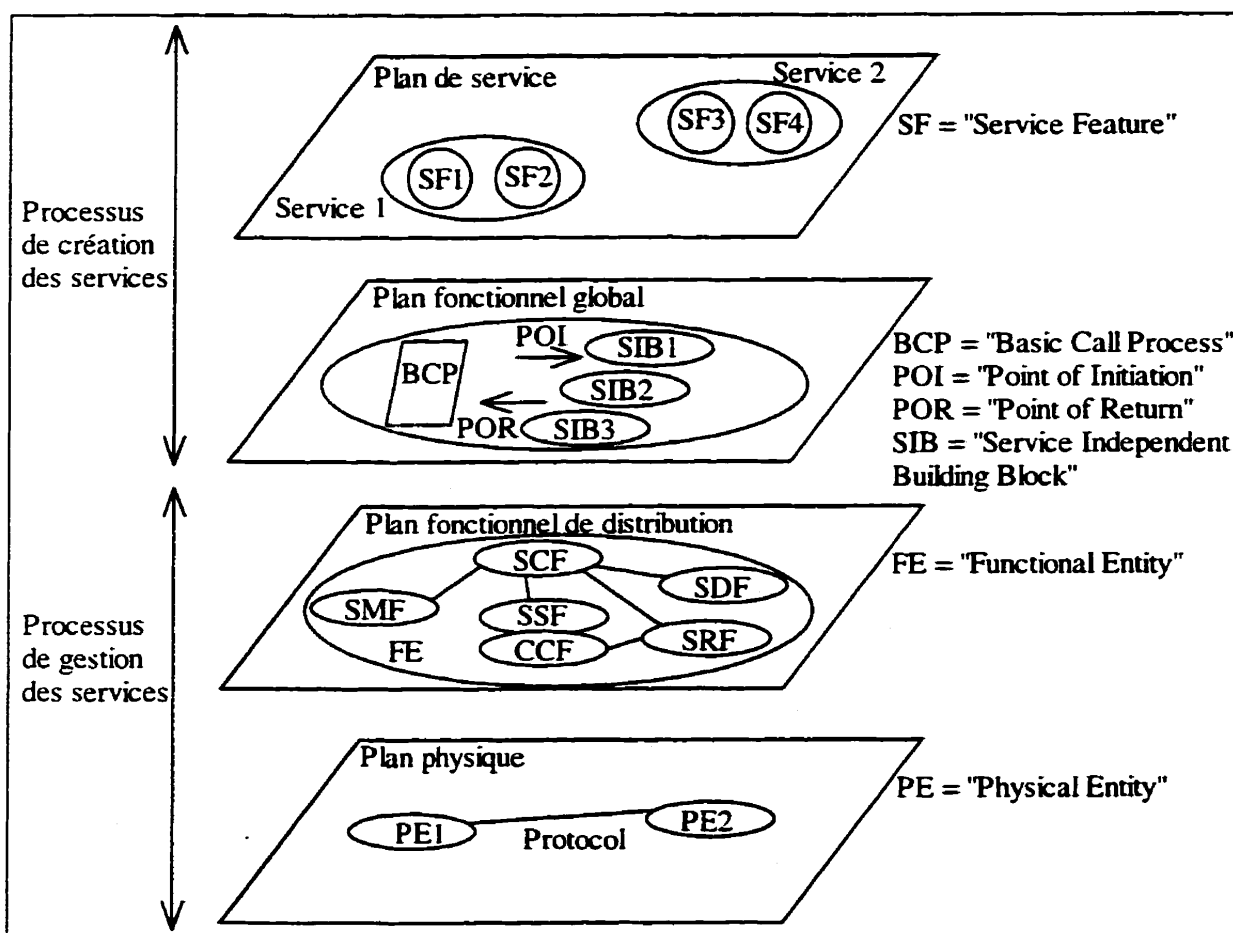


Figure 2.4 : Le modèle conceptuel du réseau intelligent

Le tableau 2.1 représente la correspondance entre le modèle conceptuel d'un réseau intelligent et l'implantation actuelle d'un réseau intelligent [25].

Tableau 2.1 : La correspondance « modèle conceptuel - implantation actuelle d'un IN »

Modèle Conceptuel	L'implantation actuelle
Le plan de service	Services
Le plan fonctionnel global	SIB
Le plan fonctionnel de distribution	Entités fonctionnelles
Le plan physique	Entités physiques

2.1.4.1 Le plan de service

Le plan de service modélise plutôt les services offerts par le réseau d'un point de vue utilisateur, sans tenir compte de leur implantation dans le réseau. Les services sont conçus d'une manière modulaire, dans le sens de la séparation des caractéristiques et fonctionnalité. Chaque service est composé par plusieurs options (« *features* ») de base, auxquelles on peut ajouter d'autres options supplémentaires, ce qui reflète le caractère modulaire du développement des services. Comme nous l'avons vu dans les paragraphes précédents, le développement des nouveaux services peut générer des interactions (« *feature interactions* »). Ces interactions peuvent apparaître entre :

- les différentes options d'un même service utilisé par un utilisateur,
- les options qui appartiennent aux deux services utilisés par le même utilisateur.

Un réseau intelligent permet l'utilisation de plusieurs services dans le cadre d'un seul appel, ce qui demande une politique d'allocation des priorités. L'apparition des interactions doit être traitée pour la première fois pendant la spécification du service au niveau du plan de service [28].

2.1.4.2 Le plan fonctionnel global

Le plan fonctionnel global [17] offre les moyens nécessaires pour la modélisation des aspects fonctionnels du réseau, en considérant le réseau comme une seule entité. Ceci permet aux

fournisseurs des services de développer des services indépendamment de l'architecture réseau. Les services et les options de service sont construits utilisant une ou plusieurs SIB. Plusieurs SIB sont reliés à l'aide de la logique globale du service (« *Global Service Logic - GSL* »), qui utilise comme interface de liaison un SIB spécial appelé le processus de l'appel de base (« *Basic Call Processing - BCP* »), comme présenté dans la figure 2.4 [1].

2.1.4.3 Le plan fonctionnel de distribution

Le plan fonctionnel de distribution [17] (« *Distribution Functional Plane - DFP* ») offre une vue distribuée d'un réseau intelligent. Il identifie les éléments spécifiques et les relations entre eux pour modéliser les fonctions utilisées par les réseaux intelligentes. Le plan fonctionnel de distribution est composé par plusieurs ensembles des fonctions, regroupés dans des entités fonctionnelles (« *Functional Entities - FE* »). La projection d'un SIB sur ce plan est une séquence des actions des entités fonctionnelles (« *Functional Entity Actions - FEA* ») qui a comme objectif l'échange de l'information (« *Information Flow* ») entre différentes FE [1]. Les entités fonctionnelles sont regroupées comme suit [1]:

1. Des fonctions de contrôle de l'appel

- « *Call Control Agent Functions - CCAF* »

Les fonctions CCAF fournissent l'interface entre l'utilisateur et les fonctions de contrôle de l'appel dans le réseau.

- « *Call Control Functions - CCF* »

Les fonctions CCF s'occupent du traitement des appels. Elles gèrent la communication entre les CCAF impliqués dans un appel et contiennent des déclencheurs (« *trigger mechanisms* ») nécessaires pour l'accès des services offerts par le réseau intelligent.

- « *Service Switching Functions - SSF* »

Elles sont associées avec les fonctions CCF et permettent la reconnaissance des déclencheurs. Un déclencheur annonce l'arrivée d'un appel qui demande le traitement d'un service IN.

- « *Specialised Resource Function - SRF* »

Les fonctions SRF permettent l'utilisation des ressources pour l'exécution des services IN (exemples : réception des chiffres du numéro appelant, annonces).

2. Des fonctions de contrôle du service

- « *Service Control Functions - SCF* »

Les SCF's commandent les fonctions de contrôle de l'appel qui demande des services IN, et contiennent les procédures de traitement nécessaires pour gérer les demandes d'utilisation des services IN.

- « *Service Data Functions - SDF* »

Les fonctions SDF s'occupent du contrôle de l'accès des SCF's aux données réseaux ou services IN pendant l'exécution d'un service IN.

3. Des fonctions de gestion des services

- « *Service Creation Environment Functions - SCEF* »

Les fonctions SCEF permettent la création et la vérification des services IN.

- « *Service Management Access Functions - SMAF* »

SMAF assurent l'interface entre le gestionnaire des services et les fonctions de gestion.

- « *Service Management Functions - SMF* »

Les fonctions de gestion assurent le déploiement et la provision de services IN.

La figure 2.5 présente les relations entre les entités fonctionnelles du plan de distribution fonctionnelle DFP [28].

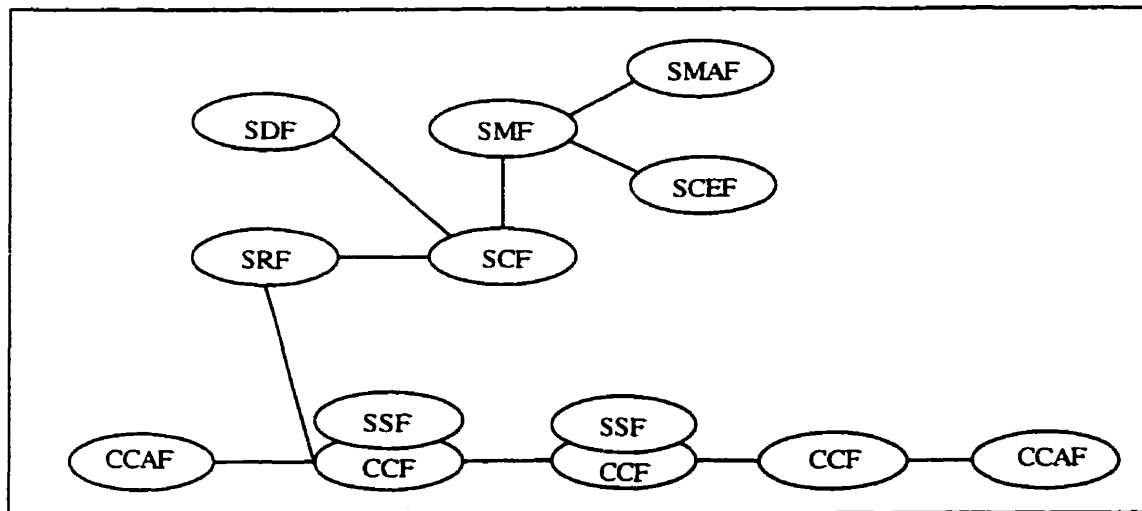


Figure 2.5 : Les relations entre les entités fonctionnelles du DFP

Le déroulement du traitement d'un appel peut être décrit comme suit. L'utilisateur accède les fonctions SSF/CCF à travers l'entité CCAF qui reçoit l'appel et la demande de service. Le CCAF envoie la demande de service au SSF/CCF pour traitement qui peut entre temps détecter des événements qui nécessitent l'invocation d'une instance de la logique du service. Cette instance fournit des options de service IN (supportées par SCF), ou fournit des options de service non - IN (supportées par SSF/CCF). Dans le premier cas le SCF demande au SSF/CCF d'utiliser les ressources du SRF et demande aussi au SDF d'exécuter des fonctions de traitement des données [1].

2.1.4.4 Le plan physique

Le plan physique [17] identifie les entités physiques qui modélisent les aspects physiques d'un réseau intelligent. Plusieurs entités fonctionnelles du plan DFP sont projetées sur une seule entité physique [1]. La sous - section suivante présente en détail les principales entités physiques.

2.1.5 L'architecture physique

L'architecture physique dérivée à partir de ces deux aspects est constituée par deux parties essentielles [25]:

1. *Le réseau de signalisation*, présenté dans le paragraphe 2.1.3.2 :
2. *Les systèmes de création et gestion des services* (exemple : SMS*³, SCE).

La figure 2.6 présente l'interconnexion du réseau de signalisation SS7 avec les modules dédiées à la création des services. Dans chaque élément de l'architecture physique sont inscrites les fonctions assurées (présentées en détail dans le paragraphe 2.1.4.3). L'ensemble CSI prévoit l'utilisation du protocole INAP pour les suivantes communications :

- entre les SCF et SSF ;
- entre les SCF et SRF ;
- entre les SCF et SDF.

3. Dans le présent mémoire nous utilisons la notation SMS* « *Service Management System* » pour faire la différence par rapport à l'abréviation SMS - « *Short Message Service* ».

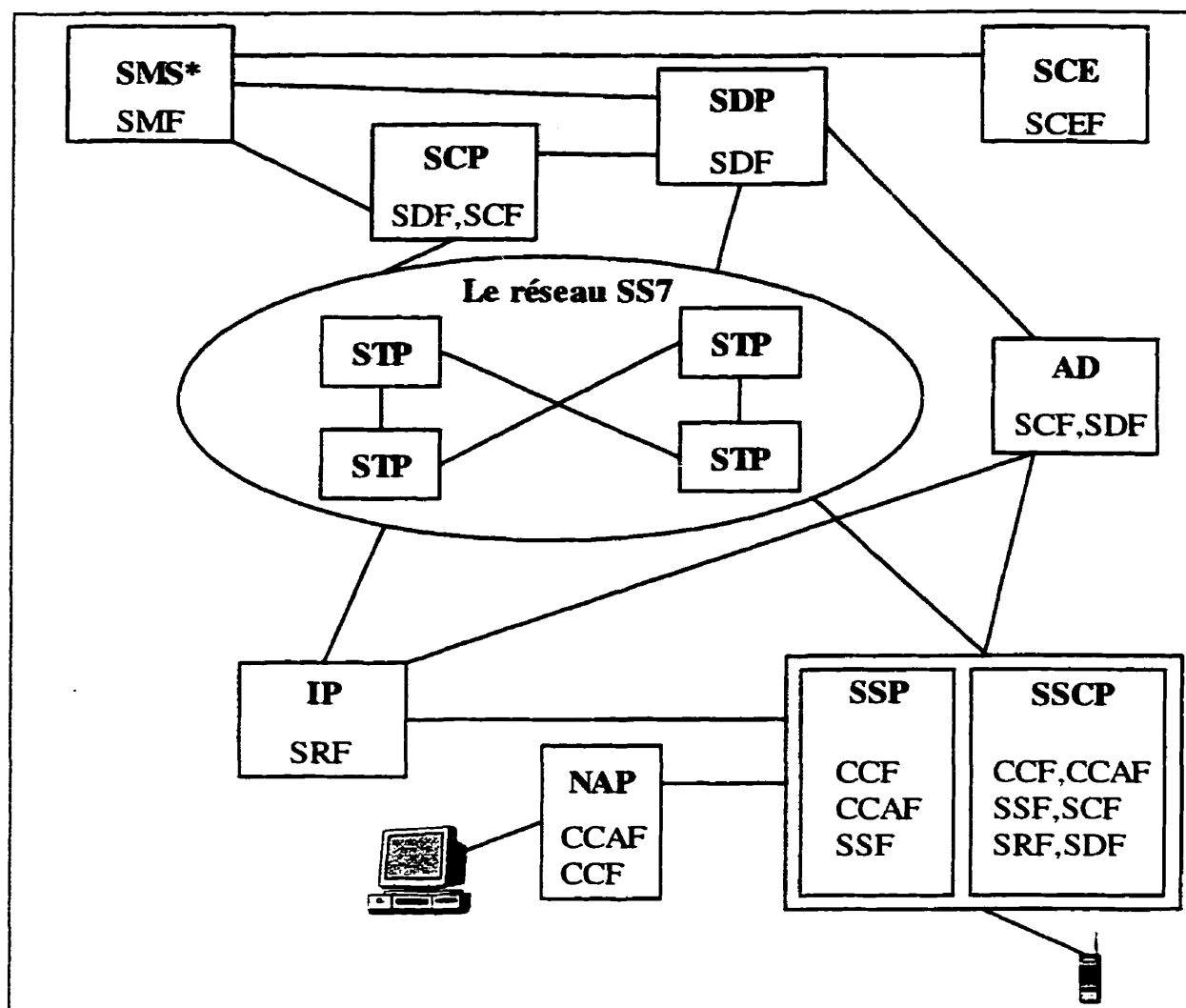


Figure 2.6 : L'architecture physique du réseau intelligent [25]

Comme présenté dans la figure 2.6, le réseau SS7 assure le support de transport de l'information entre les entités physiques du réseau intelligent. Dans ce qui suit, nous présentons en détail les fonctions du chaque élément de l'architecture physique.

2.1.5.1 Le point d'accès réseau - NAP

Le NAP est utilisé comme point d'entrée dans le réseau IN pour les terminaux téléphoniques. Il envoie les appels vers le SSP ou SSCP. Le NAP peut offrir des options de service de base comme appel en attente ou identification de l'appelant [32].

2.1.5.2 Le point de commutation des services - SSP

Le SSP fait partie du réseau téléphonique commuté et il peut reconnaître des appels qui demandent des services IN. La détection de la demande d'un service IN se fait par l'identification d'un déclencheur (« trigger ») pendant le traitement de l'appel. Après la détection, il établit une connexion avec le SCP où la logique du service IN sera exécutée. Pour la communication avec le SCP il utilise les applications TCAP du protocole SS7 (le protocole INAP / MAP, voir le paragraphe 2.1.3.1). Un SSP contient des tables de routage qui indiquent les SCP disponibles (avec les services appropriés).

2.1.5.3 Le point de contrôle de service - SCP

Le SCP contient la logique des services (« *Service Logic Programm - SLP* ») et aussi les données caractérisant les abonnés du réseau [25]. Une fois accédé, le SLP commence l'exécution du code et envoie les instructions nécessaires pour le traitement de l'appel au SSP. Le SLP utilise des interfaces INAP vers d'autres points de signalisation, comme le système de gestion des services. Le SSCP est la combinaison entre un SSP et un SCP dans la même entité physique.

2.1.5.4 Le processeur adjoint - AD

Le processeur adjoint englobe les mêmes fonctions qu'un SCP. La différence entre les deux est qu'il est directement relié au SSP par une interface à haute vitesse qui permet le traitement des services qui demandent des réponses rapides. Un processeur adjoint peut être relié aux plusieurs SSP et un SSP peut être connecté aux plusieurs processeurs adjoints.

2.1.5.5 Le périphérique intelligent - IP

L'IP offre des fonctions additionnelles au SSP ou au SSCP. Parmi les fonctions additionnelles, on compte la reconnaissance de la parole ou la conversion des protocoles.

2.1.5.6 Le système de gestion des services - SMS*

Le système de gestion opère indépendamment du réseau et il permet au fournisseur des services de contrôler la provision et le déploiement des services. Le système prévoit aussi des fonctions d'administration et maintenance (« *Operations Support System - OSS* ») des SCP et leurs applications à l'intérieur d'un réseau intelligent. Il permet aussi d'installer et de supprimer des services et des données abonnées aux SCF et SDF et vice - versa tout en gardant la consistance entre les plusieurs SCP du réseau.

2.1.5.7 L'environnement de création des services - SCE

Le SCE est l'interface de haut niveau entre le réseau intelligent et le fournisseur des services qui développe des nouveaux services à l'aide des outils logicielles compatibles avec les systèmes IN. Il permet l'entrée des nouveaux services au SMS* avec qui est directement connecté [25].

Le développement des services est basé sur l'utilisation des combinaisons des SIB. La description logique des services (qui correspond à l'activité de *spécification des services*) est faite souvent utilisant des *techniques de spécification et description formelles*. Présentement, « *Specification and Description Language - SDL* » [18, 33] et « *Message Sequence Chart - MSC* » [34] sont les techniques de description formelle (appelées par Groz *techniques normalisées* [35]) les plus utilisées dans le domaine de télécommunications (plutôt pour la spécification des protocoles de télécommunications). Groz affirme que les deux principaux orientations de recherche du Centre National d'Études en Télécommunications - C.N.E.T. (le centre de recherche de l'opérateur France Télécom) en ce qui concerne les techniques de spécification et description formelles sont (1) la production des spécifications cohérentes (spécialement la problématique de cohérence entre les services complémentaires : « interactions entre services ») et (2) la vérification et le test des protocoles de télécommunications [35]. Malgré l'utilisation des techniques de description formelles, le processus de développement des services peut conduire à l'apparition des interactions entre services, dans le sens décrit par la section 1.2.

2.2 Le cycle de vie de service - « Service Life Cycle (SLC) »

Si nous regardons le développement des services d'une perspective de l'ingénierie du logiciel, le cycle de vie des services ressemble beaucoup au cycle de vie du logiciel qui est défini par McDermid [36]. Il est défini comme la description abstraite du processus structuré et méthodique de développement et de modification, mettant l'accent sur les activités principales de production et de maintenance du logiciel. Dans le cadre du travail de description des services fait par EURESCOM [1], le cycle de vie des services est défini comme l'ensemble des phases nécessaires pour le développement d'un service, à partir de l'analyse des besoins jusqu'à sa mise en - installation du réseau. Le SLC définit pour chaque phase un ensemble d'activités qui permet l'exécution d'une série d'actions sur les services, tout au long de leur cycle de vie. Chaque activité définit les acteurs (« *actors* ») impliquées pour accomplir cette activité, et leurs responsabilités.

Comme mentionné par Vestli et Nilsen [37], les acteurs plus importants qui interviennent durant le cycle de vie des services sont :

- *le demandeur des services* (« *subscriber* ») qui désire de souscrire à un service particulier, qui a déjà été créé ou qui sera créé ;
- *l'utilisateur des services* (« *user* ») qui veut utiliser les services déjà offerts par le réseau ;
- *le fournisseur des services* (« *service creator/provider* ») qui s'occupe de la production des services (généralement, du logiciel à installer dans le réseau); il reçoit les requêtes de création des services de la part du fournisseur des services ;
- *l'opérateur réseau* (« *network operator/provider* ») qui contrôle les ressources physiques nécessaires pour l'implantation du réseau de transport et de signalisation, connu aussi sous le nom de « *bearer service* ».

La figure 2.7 présente les relations de type client - serveur entre les acteurs mentionnés, comme suit [37] :

- l'utilisateur des services est le client du demandeur des services ;
- le demandeur des services est le client du fournisseur des services ;
- le fournisseur des services est le client de l'opérateur réseau.

Comme publié dans le rapport final du projet EURESCOM P103 [1], l'environnement de création des services (SCE) est le processus qui supporte le développement des services. Le SCE inclut les activités du cycle de vie des services.

Le cycle de vie de services, qui inclut les concepts de support pour le SCE, est composé par trois phases avec les activités correspondantes :

- *la création des services* (l'analyse des besoins, la spécification, la conception, l'implantation et le test) ;
- *le déploiement des services* (installation, activation, intégration, test, de - activation, de - installation) ;
- *l'utilisation des services* (invocation et exécution).

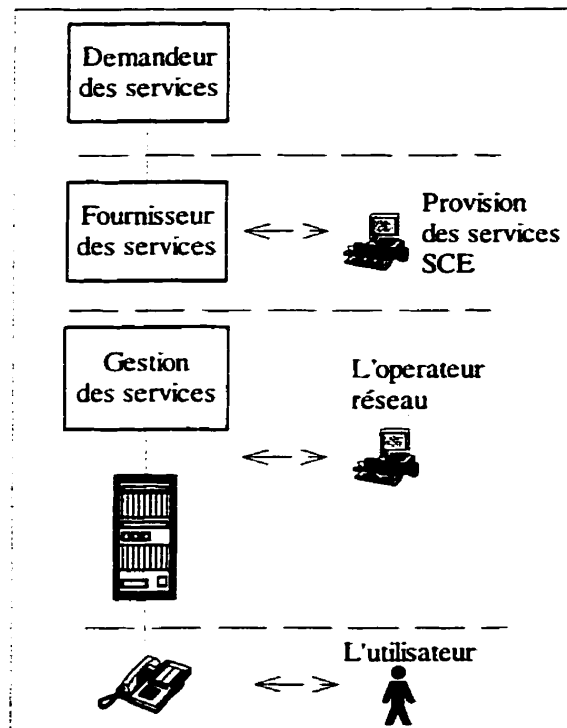


Figure 2.7 : Les acteurs du cycle de vie des services

Le processus complet, avec les activités présentées dans l'ordre d'exécution, est représenté dans la figure 2.8 (adaptée de [37]) :

- l'analyse des besoins (la définition des caractéristiques du service) ;
- la spécification (l'activité de dérivation d'une description formelle du comportement du service en fonction des besoins exprimées) ;
- la conception et la simulation (l'activité de représentation d'un service comme un sous - système composé par des petites composantes de logiciel) ;
- l'implantation (la génération du code à installer dans le réseau) ;
- le test (test de la conformité entre l'implantation et la spécification) ;
- l'installation (la distribution du programme du service dans le réseau) ;
- l'activation (l'activité qui rend disponible le service installé pour l'utilisateur ; le service peut être invoqué après l'activation) ;
- le test d'intégration (l'activité de test du service dans l'environnement réseau) ;
- l'invocation (rend le service prêt pour l'exécution) ;
- l'exécution (l'activité de contrôle et d'utilisation du service) ;
- de - activation (rend le service non - disponible aux utilisateurs) ;
- de - installation (l'enlèvement du service du réseau).

Dans la figure 2.8, les flèches indiquent l'ordre de déroulement des activités. La figure 2.8 présente aussi la distinction entre l'environnement de création des services (SCE), qui inclut que les activités de l'analyse des besoins, spécification, conception et implantation, et l'environnement d'exécution des services (SEE) [38].

Le domaine de l'ingénierie du logiciel pourrait enrichir le processus de développement des services avec l'activité *d'ingénierie des besoins* (« *requirements analysis* »). L'ingénierie des besoins fait partie du cycle de vie du logiciel et précède les activités de conception d'un système et d'implantation. L'ingénierie des besoins est définie comme (1) le processus d'étude des besoins d'un utilisateur pour obtenir la définition d'un système et (2) le processus d'étude et de raffinement d'un système. L'ingénierie des besoins comporte trois activités : (1) *la dérivation des besoins*, (2) *la modélisation (spécification [39]) des besoins*, et (3) *la vérification et la validation des besoins* [16]. Nous sommes intéressés à utiliser les concepts propres à l'ingénierie des besoins pour raffiner les activités SLC d'analyse des besoins et de spécification du service. Ceci nous permettrait de mieux élaborer la description du comportement d'un service avant de passer à l'activité de conception.

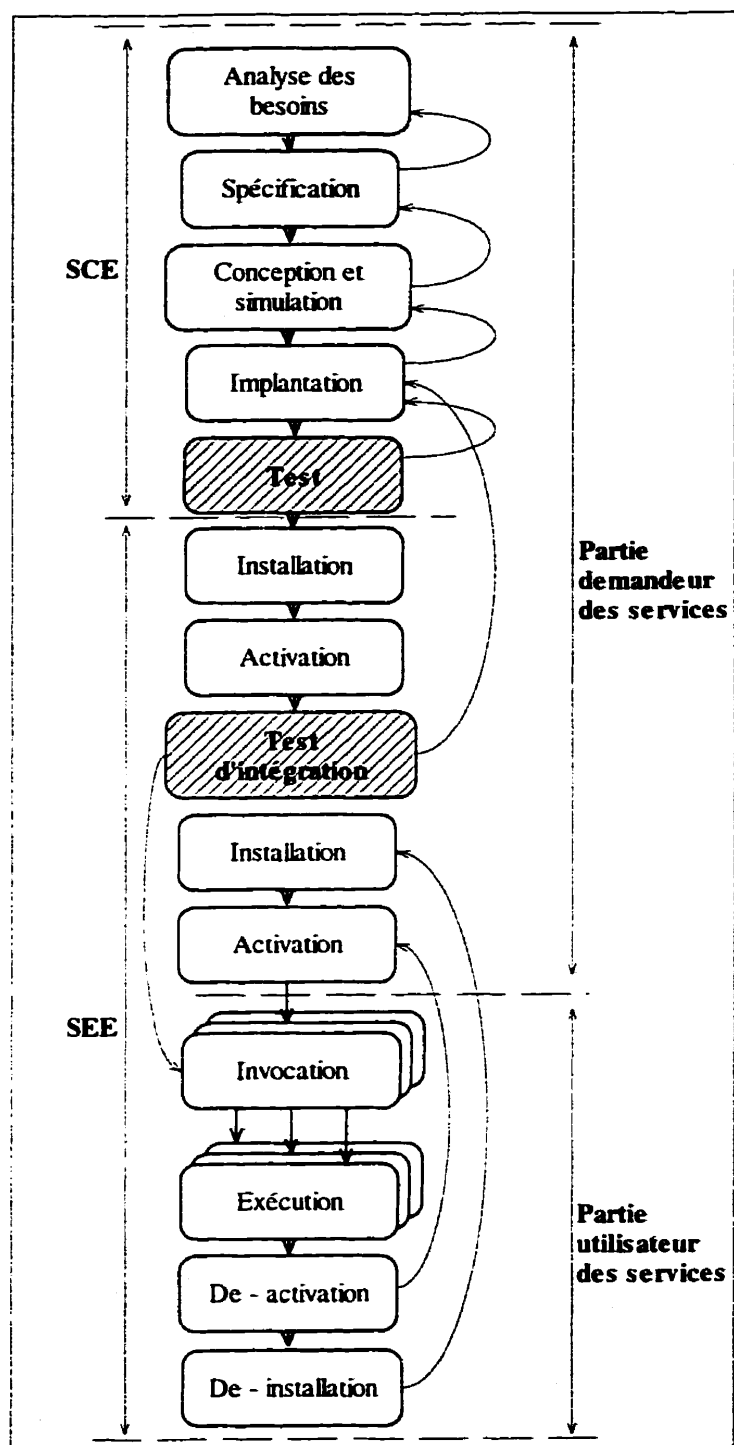


Figure 2.8 : Le modèle du cycle de vie des services

2.3 Interactions entre services - détection et résolution

Cette section présente une partie des travaux concernant la détection et la résolution des interactions entre services, et des exemples d'interactions dans les réseaux intelligents et réseaux multimédia.

2.3.1 Interactions entre services dans les IN et dans les réseaux multimédia

Cameron et al. trouvent le problème d'interactions entre services comme un obstacle important pour le développement de nouveaux services dans un réseau intelligent [11]. Certains auteurs (Cameron, Griffeth, Lin, Nilson, Schnure et Velthuisen) ont observé des interactions non seulement entre les services IN, mais aussi entre les services IN et celles implantés directement aux commutateurs [11]. À cause de la complexité des services et de la hétérogénéité des équipements existants dans un réseau intelligent, l'approche qui prévoit l'analyse séparée des services ou des options de service n'est plus faisable [11]. D'après Tsang, même si les services fonctionnent correctement en isolation, au moment de leur intégration peuvent générer des interactions [40, 41]. La technique d'analyse plus utilisée présentement est de traiter les interactions comme des erreurs de programmation et de modifier le code du service pour la résolution des interactions. Définitivement, pour analyser les interactions entre services, nous avons besoin des techniques plus puissantes que celle-ci.

Cameron et al. classifient les interactions en deux catégories : (1) en fonction de la *nature* de l'interaction et (2) en fonction de la *cause* de l'interaction [11]. La première catégorie est définie par les types des services impliqués, le nombre des utilisateurs et le nombre des éléments de réseau impliqués. Dans la deuxième catégorie, nous pouvons citer les limitations en termes des ressources de l'infrastructure réseau, comme la bande passante disponible, et des problèmes spécifiques aux systèmes distribués, tels que les délais de transmission ou la difficulté d'avoir accès en temps réel aux certaines ressources [11]. Plusieurs exemples des interactions ont été analysés et classifiés en fonction de leur nature et de leur cause. Pour la résolution de ces interactions Cameron et al. identifient trois approches différentes : (1) le développement des infrastructures dédiées au développement des services, (2) la résolution des interactions pendant les activités de spécification et de conception des services, et (3) la résolution pendant les activités d'installation, d'implantation et d'activation [11].

Tsang et Magill proposent une nouvelle approche de détection des interactions dans les réseaux intelligents au moment de l'exécution des nouveaux services [41]. Il s'agit d'un système de gestion des services (« *Feature Management System - FMS* ») qui ne demande pas une connaissance centralisée du comportement de services. Le banc d'essai développé à cette fin prévoit plusieurs points de gestion (« *Feature Manager - FM* ») distribués dans le réseau intelligent. Ces points de gestion permettent la surveillance de l'exécution de la logique du service et ils signalent les différences possibles, au moment de l'exécution des services, par rapport au comportement attendu. Les FM sont installés séparément des points de contrôle des services (SCP) et des points de commutation des services (SSP), ce qui offre la possibilité de développement modulaire du banc d'essai [41].

Gerads présente une approche similaire celui de Tsang et Magill [42]. Les interactions analysées ont été classifiées comme suit : (1) inter - SCP (dans le cas d'un abonné qui a souscrit à deux services fournis par deux SCP différents), (2) intra - SCP (dans le cas d'un abonné qui a souscrit à deux services fournis par le même SCP), et (3) entre SCP et SSP (entre les services du réseau intelligent et les services installés aux commutateurs). L'auteur propose l'utilisation d'un analyseur des interactions entre les services IN et ceux implantés au niveau des commutateurs [42]. Les avantages d'une telle solution sont : (1) la détection « *on line* » des interactions et (2) la possibilité de résolution automatique des interactions pendant l'exécution de la logique du service.

L'approche de Cameron et al. a été aussi considérée appropriée pour les interactions entre les services spécifiques aux réseaux multimédia par Magill, Tsang et Kelly [43]. Ils ont utilisé la même classification des interactions, en fonction de leur nature et de leur cause d'apparition. Des applications et services tels que « *Video - on - demand* », « *vidéo - conférence* » ou « *renvoi automatique* » ont été étudiés.

À la fin de leur étude, Magill, Tsang et Kelly ont présenté deux approches de traitement des interactions [44]:

1. « *off line detection with manual resolution* » : Cette approche propose l'analyse des interactions au cours des activités d'analyse des besoins ou spécification. La résolution

manuelle demande la modification des services ou de la logique de contrôle de services pour éviter l'apparition des interactions ;

2. « *online detection with automatic resolution* » : Cette approche propose la détection et la résolution automatique des interactions entre services au moment et après l'exécution des services dans le réseau.

2.3.2 Exemples des méthodes de détection et résolution

Le projet européen EURESCOM P509, « *Handling Service Interactions in the Service Life Cycle* », a analysé la problématique des interactions entre services d'une perspective industrielle [5]. La nouvelle approche propose la séparation de l'activité d'analyse des interactions de celle de création des services. Ainsi, l'analyse des interactions aura lieu pendant l'intégration des services dans l'environnement du réseau.

Les plus importantes contributions de ce projet sont [5]:

- d'introduire une étape préliminaire de filtrage des interactions (« *Interaction Filtering* »), avant l'étape de détection ;
- de traiter les interactions tout au long d'une activité particulière (« *Service Interaction Handling Process - SIHP* »), séparément du processus de création des services ;
- de définir le modèle d'entreprise pour le traitement des interactions avec les caractéristiques d'intégration et médiation des services (« *Service Integrator* » et « *Service Mediator* »).

L'objectif de l'étape de filtrage est de réduire le nombre des services et de combinaisons des services qui doivent être analysés avec les méthodes de détection. Cette étape favorise l'application des méthodes formelles comme des méthodes de détection [5].

Le processus d'analyse des interactions SIHP a été élaboré indépendamment du processus de création des services. SIHP est responsable de la détection et de la résolution des interactions. Les solutions offertes adressent à la fois les interactions observées par les deux méthodes de détection : « *on-line* » et « *off-line* ».

Le modèle « d'entreprise » offert par ce projet prévoit les activités de création, intégration, provision et utilisation des services. Ce modèle considère le processus SIHP comme une partie de l'activité d'intégration des services. L'entité responsable avec l'intégration des services est l'intégrateur des services (« *Service Integrator* »). Une autre entité responsable avec l'intégration des services a été définie : « *Service Mediator* ». La figure 2.9 présente le modèle « d'entreprise » tel qu'il a été spécifié par le projet EURESCOM [5].

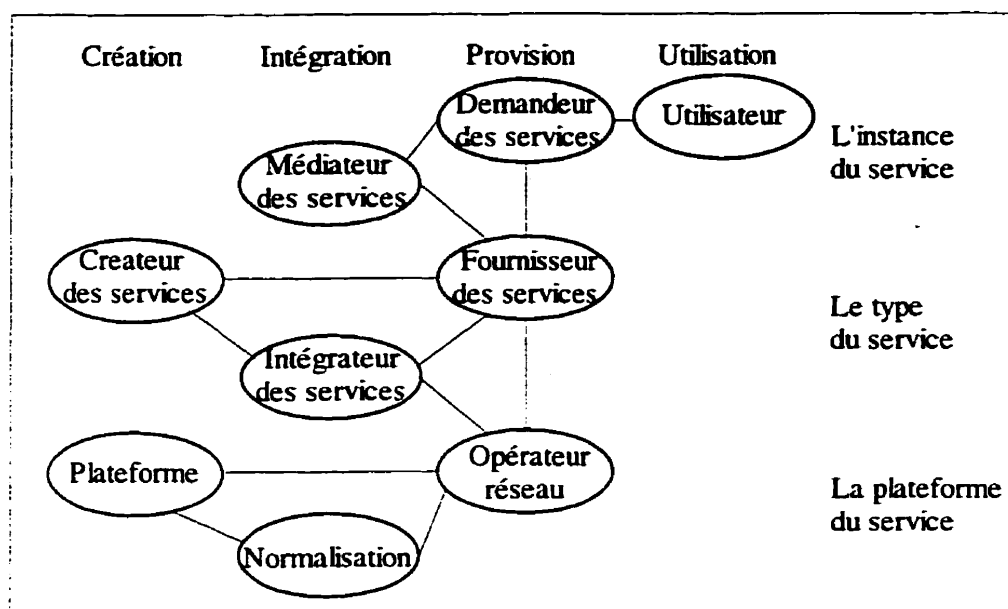


Figure 2.9 : Le modèle « d'entreprise » utilisé pour l'analyse des interactions [5]

La figure 2.9 présente les interactions entre les acteurs impliqués au processus de développement des services du point de vue de l'analyse des possibles interactions entre services, tel que le créateur des services ou l'opérateur réseau. La partie d'intégration des services inclut le processus d'analyse des interactions qui est basé sur la médiation et l'intégration des services. L'intégrateur des services est responsable avec l'intégration des services créés par plusieurs créateurs des services. Le médiateur des services est responsable de l'intégration des services offertes par le fournisseur des services [5].

Kimblér recommande aux opérateurs réseau l'introduction du rôle d'intégrateur des services. En ce qui concerne l'utilisation du rôle de médiateur, il n'a pas été développé à cause de la complexité du problème d'intégration des services offertes par plusieurs opérateurs réseau [5].

Dans le cadre du même projet EURESCOM P509, Capellmann et al. ont développé un processus de détection des interactions basé sur des différentes méthodes de détection [45]. Plusieurs exemples des combinaisons des services et options de service ont été utilisés pendant le travail de définition des méthodes de détection. Les services choisis pour l'analyse des interactions sont des services IN et des services commutateurs [45]. Le processus de détection des interactions définit des méthodes de détection pour chaque activité de l'environnement de création des services (SCE), c'est-à-dire pour les activités d'analyse des besoins, spécification, conception et implantation. Les méthodes de détection identifiées par Capellmann et al. sont basées sur l'utilisation des techniques formelles pour la description des services, sur la simulation en isolation et sur la simulation après la composition et l'implantation des services au réseau, principalement à l'aide des outils qui utilisent les langages SDL [18, 33] et MSC [34].

Comme partie intégrante du processus de détection d'interactions, Aggoun et Combes présentent une approche qui combine les activités de détection et résolution dans l'environnement de création des services (SCE) et dans l'environnement d'exécution des services (SEE) [46]. Les auteurs proposent l'utilisation du concept d'observateur (« *observer* ») pour la détection des interactions. Deux types d'observateurs ont été définis : (1) *observateur passif* qui opère dans l'environnement de création des services et (2) *l'observateur active* qui est implanté directement dans l'environnement d'exécution des services. L'observateur passif modélise le service comme une machine à états fini qui s'exécute en même temps avec la simulation du fonctionnement du service. Ainsi, la détection des interactions est possible grâce à la vérification de la compatibilité entre le modèle fonctionnel du service et la description du service [45]. L'observateur active opère dans SEE et permet la détection « *on-line* » des interactions. Après la détection, un mécanisme de résolution des interactions est déclenché [46]. Aggoun et Combes ont constaté que l'approche de détection et résolution « *on-line* » demande un système de signalisation plus évolué. Une autre limitation pour l'analyse des interactions à l'intérieur de l'infrastructure de réseau actuel est représentée par l'apparition des interactions entre des services développés et implantés par des

opérateurs réseau différents, ce qui impose l'utilisation des rôles de médiation et d'intégration tel que présenté par Kimbler [5].

Blom, Jonsson et Kempe proposent une approche qui permet la spécification modulaire des services téléphoniques [3, 47, 48]. D'après Kempe le processus de développement des services doit tenir compte de l'architecture logiciel ou matérielle d'un réseau ainsi que des ressources réseau disponibles, comme la bande passante disponible par exemple [3]. L'approche modulaire de développement des services a été proposée pour alléger l'installation (de - installation) des services ainsi que l'analyse des interactions entre services.

Thistle propose l'utilisation de la théorie de contrôleurs (« *supervisory control theory* ») pour la modélisation des services [9]. La théorie de contrôleurs représente une approche rigoureuse pour la conception des systèmes à événements discrets. Thistle recommande cette approche dans le cas des réseaux téléphoniques qui se comportent comme des systèmes à événements discrets.

La théorie des contrôleurs prévoit la synthèse modulaire et décentralisée des superviseurs dans le cadre d'une architecture hiérarchisée [9]. Conformément à la théorie, un service peut être représenté par un système à contrôler. Ce système peut être modélisé comme un *générateur* d'un *langage formel* L sur un *alphabet des événements* $A=\{a, b, c, \dots z\}$. Le langage formel L est défini par la spécification d'une machine abstraite, appelé automate, capable de reconnaître toutes les chaînes du L qui peuvent apparaître dans le système. Les *superviseurs* contrôlent les générateurs de la façon dont ils peuvent empêcher les événements *contrôlables* en fonction de la séquence passé d'événements *observables* [9]. Il s'agirait de construire un superviseur pour chaque option de service et de faire la composition des superviseurs pour pouvoir contrôler l'ensemble des services.

Une autre notion importante est la conception *modulaire* qui peut être verticale ou horizontale comme présenté dans la figure 2.10. Pendant la phase de spécification, les nouveaux services sont représentés comme un ensemble des superviseurs décentralisés qui peuvent gérer les interactions entre les utilisateurs du réseau [9].

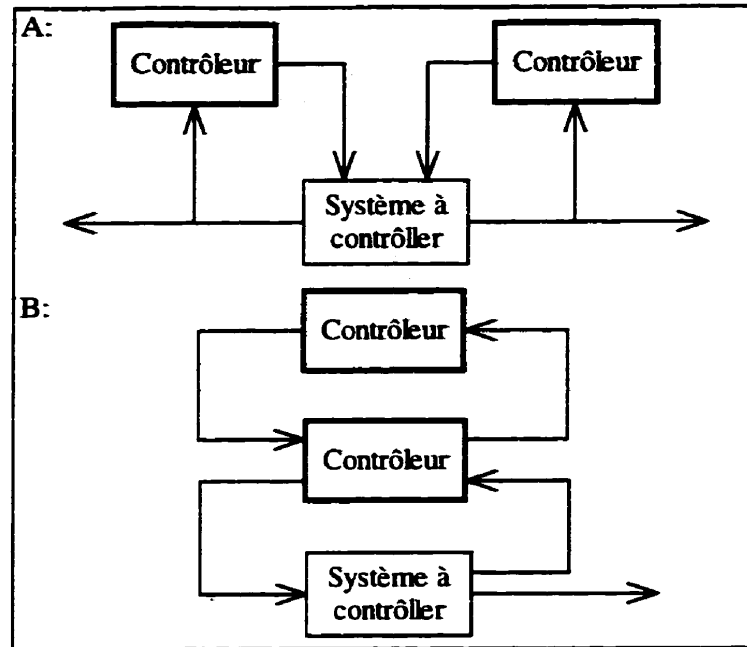


Figure 2.10 : La décomposition modulaire de la tâche de contrôle

Plusieurs exemples représentant des interactions entre des options de service comme l'appel en attente (« *Call Waiting* ») ou le renvoi automatique (« *Call Forwarding* ») ont été traités à l'aide de la théorie des contrôleurs. Après la conception modulaire des services, nous pouvons obtenir une composition bloquante des superviseurs. L'étape de conception modulaire des options de service ne tient pas compte du fait que plusieurs options de services sont actives en même temps. Pour résoudre cet inconvénient, Thistle et al. proposent une approche plus générale pour la conception modulaire et la composition des superviseurs [9]. Il s'agit de l'utilisation du concept de contrôle hiérarchique qui permet d'établir des priorités d'exécution pour les deux services afin d'éviter la composition non - bloquante des superviseurs.

Une synthèse des approches d'analyse et leurs propriétés sont présentées dans le tableau 2.2.

Tableau 2.2 : Une synthèse des approches d'analyse des interactions entre services

<i>Propriété</i>	<i>Surveillance de la logique du service</i>	<i>Développement modulaire des services</i>	<i>Environnement (IN ou commutateur)</i>	<i>Détection</i>	<i>Résolution</i>
<i>L'approche d'analyse des interactions</i>					
<i>"Off line detection with manual resolution" [44]</i>	Non		IN et commutateur	Analyse des besoins et spécification (SLC)	Implantation (SLC)
<i>"On line detection with automatic resolution" [44]</i>	Oui	I	IN et commutateur	Exécution	Exécution
<i>"Feature Management System - FMS" [41]</i>	Oui	Oui	IN et commutateur	"On line"	"On line"
<i>Analyseur des interactions [41]</i>	Oui	Oui	IN et commutateur	"On line"	"On line"
<i>EURESCOM (Kimble) [5]</i>	Oui	Oui	Oui	"SIHP", méthodes formelles, on line, off line	"SIHP", on line, off line
<i>EURESCOM (Capellmann et al.) [45]</i>	Non	Oui	IN et commutateur	"SCE", méthodes formelles, simulation	
<i>EURESCOM (Aggoun) [46]</i>	Oui	Oui	IN et commutateur	"SCE" (observateur passif), on line - "SEE" (observateur active)	On line - "SEE" (observateur active)
<i>Spécification modulaire [47]</i>	Non	Oui	Commutateur	"SCE"	"SCE"
<i>"Supervisory Control Theory" [9]</i>	Non	Oui	IN et commutateur	"SCE", méthodes formelles, off line	Off line

2.4 L'utilisation de l'architecture WAP au développement des services

Dans cette section sont présentés les concepts d'un nouvel environnement de développement des applications et services pour les réseaux de télécommunications sans fil. Le groupe de travail WAP

Forum a l'intention de définir un ensemble des normes capables d'affronter les difficultés rencontrées à la création des nouveaux services dans l'environnement des réseaux sans fil.

2.4.1 Les objectives de l'architecture WAP

Le marché de télécommunications sans fil (cellulaire, télé - avertisseur, communications des données sans fil) est en plein essor, et il s'adresse a une gamme étendue d'utilisateurs et des services. L'architecture « *Wireless Application Protocol - WAP* » (version préliminaire publiée par WAP Forum en septembre 1997 [4]) a comme objectif de mettre en place la fondation nécessaire pour la création rapide et flexible des services destinés aux réseaux sans fil. WAP définit un ensemble des protocoles pour les couches transport, session et application du modèle OSI. Ces couches seront indépendantes de l'infrastructure du réseau sans fil, tant que la couche transport peut être adaptée aux caractéristiques spécifiques du chaque réseau. Toutefois, l'architecture doit permettre l'évolution de l'infrastructure réseau en même temps avec l'évolution des terminaux mobiles. Les fonctions de base qui doivent caractériser les terminaux mobiles sont spécifiées par la norme GSM 02.22 [49].

Les objectives du protocole WAP peuvent être résumés comme suit [4]:

- fournir aux terminaux mobiles/cellulaires et sans fil l'accès aux services Internet et à d'autres services avancés ;
- développer une architecture qui permet l'accessibilité aux services pour des terminaux mobiles connectés à travers des différentes technologies sans fil ;
- permettre l'accès aux fonctions du terminal ;
- supporter des aspects de sécurité d'accès aux services.

2.4.2 L'architecture WAP

L'architecture WAP fournit l'environnement pour le développement des applications destinées aux terminaux mobiles. La figure 2.11 présente la comparaison entre l'architecture WAP et la pile des protocoles Internet. L'architecture WAP définit l'environnement « *Wireless Application Environment - WAE* » pour le développement des applications (applications spécifiées par WAP

Forum), et permet à des applications externes de se « connecter » dans la pile des protocoles au niveau de la couche session ou transport.

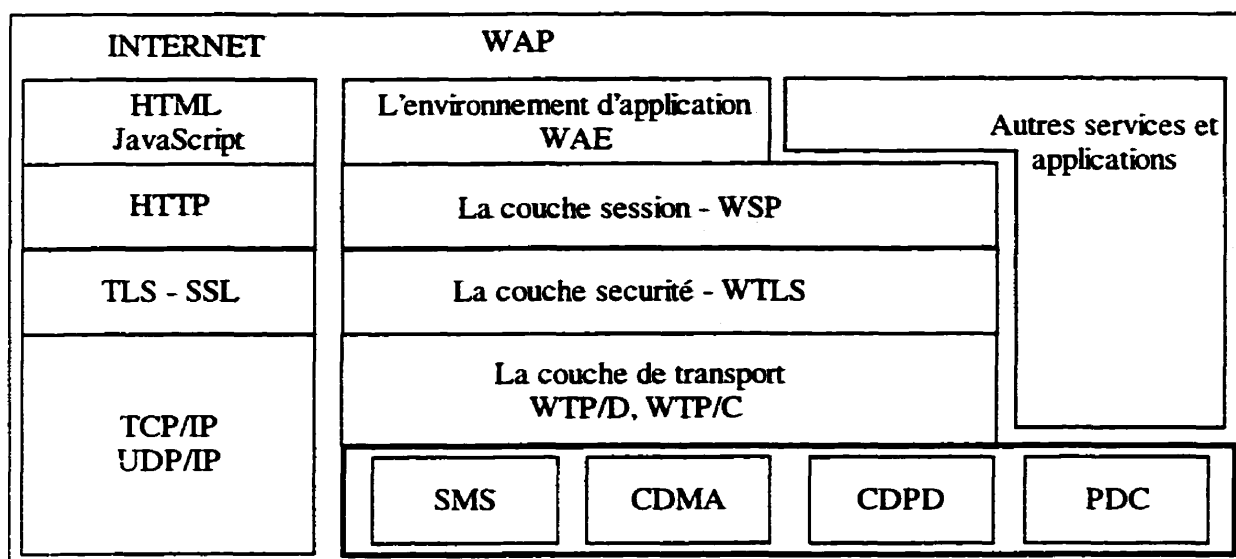


Figure 2.11 : La comparaison entre l'architecture WAP et les couches Internet

Comme la figure 2.11 nous indique, *l'environnement d'application* (« *Wireless Application Environment - WAE* ») prévoit le développement des composantes similaires à celles existantes dans le monde Internet (applications et interpréteurs de contenu tel que « *Hypertext Markup Language - HTML* »). L'environnement WAE sera présenté avec plus des détails dans le paragraphe 2.4.2.2.

Le protocole spécifié au niveau des couches *session et sécurité* (« *Wireless Session Protocol - WSP* ») est un protocole similaire au « *Hypertext Transfer Protocol - HTTP* » qui permet la communication entre les terminaux mobiles munis avec des navigateurs réseau (« *web - browser* ») et les serveurs réseau (« *web - server* »). Il permet aussi les communications directes entre deux terminaux mobiles. La couche *session* supporte l'établissement des plusieurs sessions à la fois. Cette fonction offre la possibilité d'exécution des plusieurs applications en même temps. La couche *sécurité* prévoit des fonctions de cryptage et authentification qui assure des transferts de types des données, et des accès aux services d'une manière sécuritaire. La couche en charge de la sécurité des communications en Internet est « *Transport Layer Security - TLS* ».

Le protocole « *Secure Socket Layer - SSL* » a été développé pour assurer une communication privée entre deux applications [50].

Enfin, pour la couche *transport*, des protocoles capables d'assurer le passage entre le réseau mobile et le réseau Internet ont été prévus, en tenant compte des caractéristiques spécifiques aux terminaux mobiles (basse vitesse, peu de mémoire disponible, forte utilisation du microprocesseur). Le protocole « *Wireless Transport Protocole - WTP* » a été spécifié pour assurer les fonctions de la couche transport. WTP contient deux parties, la première partie pour le transport orienté connexion (WTP/C) et la deuxième pour le transport orienté datagramme (WTP/D).

En termes de types des services envisagés pour développement [51], il y a deux catégories : *services de télécommunications* et *services d'information*, comme présenté dans la figure 2.12.

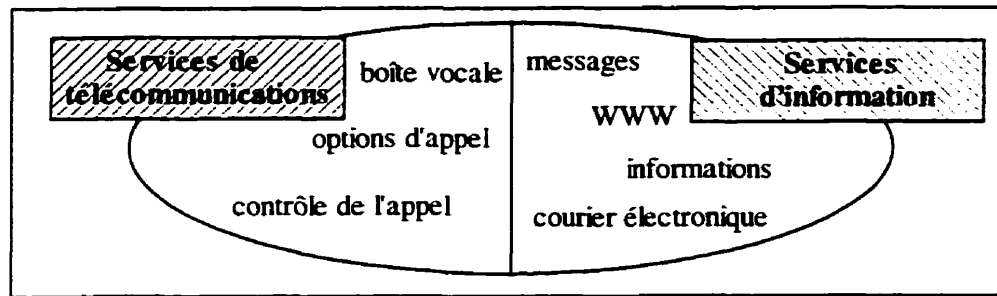


Figure 2.12 : Les services WAP

Derrière l'évolution de l'architecture WAP se trouvent les concepts existants à l'intérieur de l'Internet et « *World Wide Web - WWW* », qui dirigent l'évolution initiale de la normalisation du WAP vers la définition des protocoles de transport, la définition des échanges de contenu et la définition de la sémantique du contenu.

2.4.2.1 Introduction au modèle de programmation WWW

Le modèle de programmation WWW prévoit des formats de données standard pour des applications et des contenus, et permet leur consultation par des applications connues sous le nom de *web - browser* (« *web - browser* »). Une application de ce type envoie des requêtes de consultation vers un serveur

WWW dans le réseau. À son tour, le serveur répond en envoyant les données demandées dans un format standard.

Les éléments principales pour assurer le bon fonctionnement de ce type d'application sont [4]:

- *l'adressage* : chaque serveur WWW et chaque contenu disponible sur le réseau a associé un nom, tel que prévu par le standard « *Uniform Ressource Locator - URL* » ;
- *les types des données* : toutes les données disponibles sur les serveurs WWW sont associées à un type spécifique qui permet aux navigateurs de les afficher correctement ;
- *formats de contenu standard* : les formats de contenu utilisés souvent sont « *Hypertext Markup Language - HTML* » et JavaScript ;
- *protocole standard de communication* : le plus utilisé protocole de ce type est « *Hypertext Transfer Protocol - HTTP* » qui supporte la communication entre les navigateurs et les serveurs WWW.

La figure 2.13 présente un possible exemple d'infrastructure WAP, où « *Wireless Markup Language - WAP* » représente le format de contenu standard dans le cadre des applications sans fil [51].

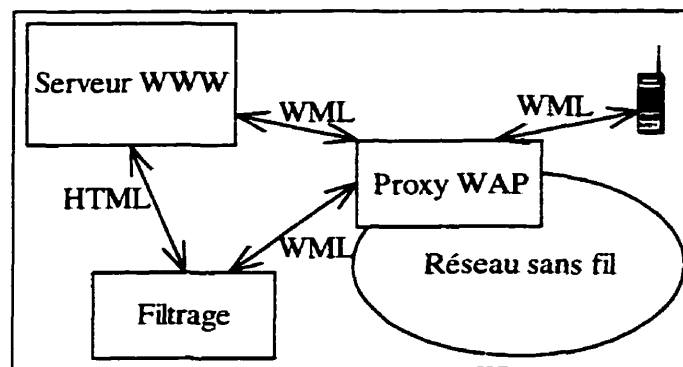


Figure 2.13 : Un exemple d'architecture WAP

La figure 2.13 indique deux possibilités d'accès au serveur WWW, (1) directement à l'aide de WML ou (2) en passant par un entité de filtrage qui est en charge avec l'adaptation entre les protocoles HTML et WML. Dans la situation (1) il s'agirait d'accéder un serveur WWW construit directement à l'aide de WML.

2.4.2.2 L'environnement d'application - WAE

WAE spécifie l'environnement de développement des services qui :

- est destiné aux terminaux mobiles et sans fil, tel que des téléphones cellulaires ou des ordinateurs de poche (« *Personal Digital Assistant - PDA* ») ;
- suit le modèle de programmation « *World Wide Web* », y compris les applications de navigation et d'exécution des scénarios.

WAP a comme objectif principal la définition d'un modèle d'application qui :

- permet le fonctionnement correct des applications interactives à des vitesses basses (300bits/s) et des délais de transmission élevés (1s à 15s aller - retour) ;
- permet le développement des applications spécifiques pour des terminaux avec des contraintes de mémoire, de dimension d'écran (typiquement des écrans capables d'afficher de 4 à 10 lignes de texte d'une longueur de 12 à 20 caractères), ou de puissance disponible.

Toutefois, la spécification du WAE doit respecter certaines contraintes. D'abord, elle doit se baser sur les protocoles définis aux couches *session* et *transport* de l'architecture WAP, d'assurer l'interopérabilité avec la technologie Internet déjà existante, et de mettre en place un système qui assure la sécurité au moment d'exécution des applications [4]. L'environnement d'application WAE utilise les concepts déjà existants dans le monde Internet. Les contenus sont spécifiés d'une manière similaire à l'HTML et le transport est similaire au protocole HTTP. Dans le cas où les normes existantes n'ont été pas appropriées aux contraintes imposées par les réseaux sans fil, WAE a modifié les normes, enrichir ainsi l'environnement WWW et les caractéristiques du réseau Internet.

Les composantes de l'architecture WAE sont [4]:

- *interpréteurs de contenu et applications* :

Ce sont des programmes qui offrent des fonctions spécifiques aux utilisateurs des services (« *Wireless Markup Language - WML* » et *WML - Script*, serveurs qui génèrent des formats de contenu standard (serveurs WWW), navigateurs (WWW browser)). WML a été spécifié pour la

présentation de contenu sur des petits écrans et pour des terminaux qui travaillent à basse vitesse;

- *outils pour le développement des services de télécommunications, « Wireless Telephony Applications - WTA » ou des plates-formes de développement WTA (« WTAI ») :*

WTA spécifie une interface vers le sous - système téléphonique de l'équipement de commutation, qui permet l'accès aux fonctions telles que le contrôle de l'appel ou messagerie vocale.

La figure 2.14 montre un exemple d'architecture réseau et l'utilisation de chaque composante de l'architecture WAE [51].

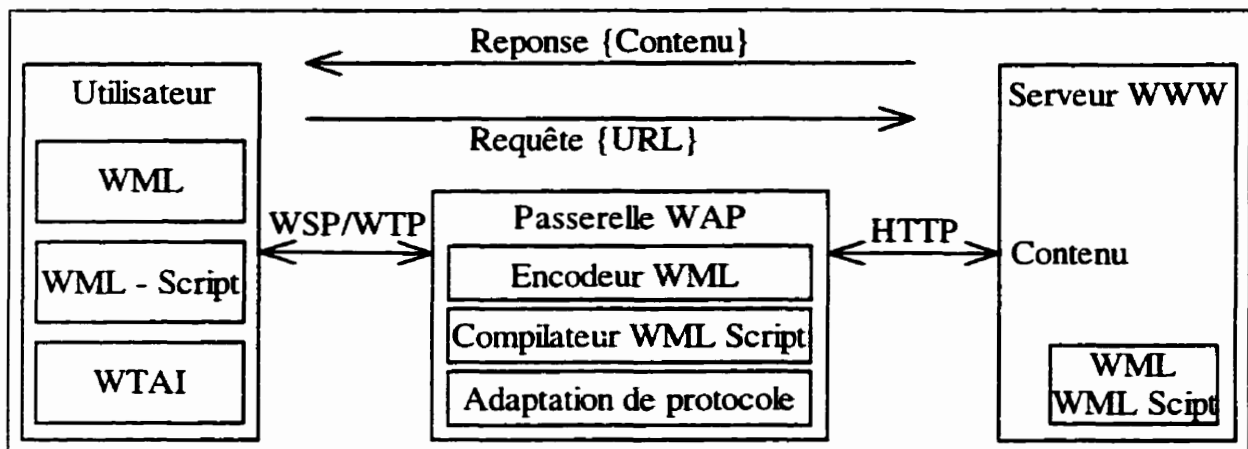


Figure 2.14 : Exemple de l'architecture WAE

2.5 Le service SMS dans le cadre de l'architecture WAP

La figure 2.15 (modifié d'après [4]) présente un exemple possible d'utilisation du service des courts messages SMS à l'intérieur de l'architecture WAP. Dans ce cas, le SMS est utilisé pour fournir des services réseau à la couche transport WTP. La communication entre les couches adjacentes est faite à l'aide des primitives de service, qui assurent l'échange de l'information et le contrôle entre les couches.

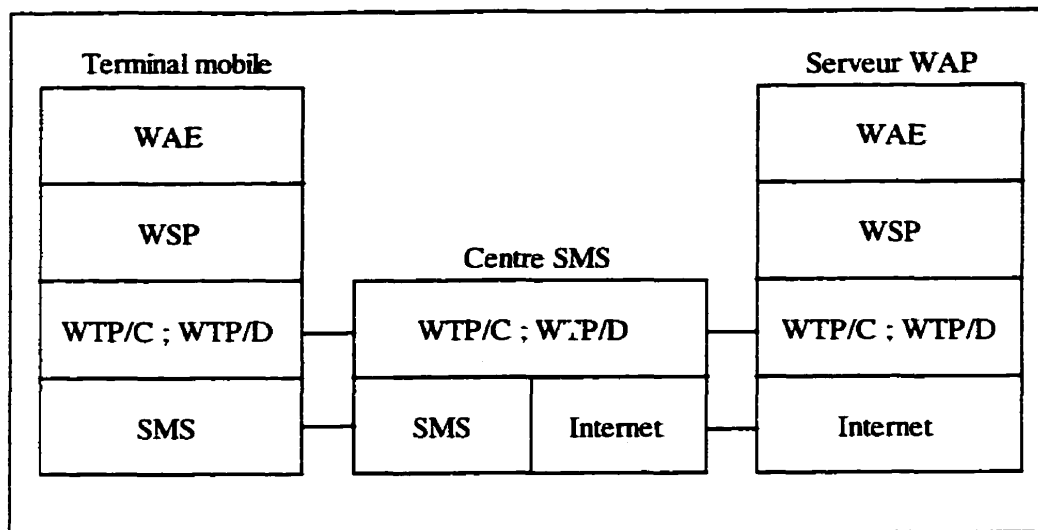


Figure 2.15 : Exemple d'utilisation du SMS dans l'architecture WAP

Les prochains chapitres présentent en détail le service SMS et les principales caractéristiques du service multicast dans les réseaux sans fil, ainsi que la spécification du nouveau service multicast SMS. Les aspects concernant l'intégration du nouveau service dans l'environnement réseau et une analyse des interactions possibles au moment de l'installation du service seront aussi présentés dans le chapitre V.

CHAPITRE III

LA PRÉSENTATION DU SERVICE SMS

3.1 Introduction

Le service de messagerie alphanumérique, connu sous le nom de « Short Message Service » (SMS), a été spécifié dans l'ensemble des normes GSM (celles pour DCS 1800 et PCS 1900) [52, 53]. Toutefois, le service SMS peut être offert par des réseaux qui utilisent d'autres technologies pour fournir des services de communications personnelles. On peut citer Glitho, qui présente les aspects d'utilisation du système de signalisation SS7 comme l'infrastructure pour la provision du service SMS dans les réseaux basés sur la technologie D-AMPS [54]. Les normes D-AMPS ont été spécifiés par « *Electronic Industry Association - EIA* » en collaboration avec « *Telecommunication Industry Association - TIA* ».

Un réseau public mobile offre deux catégories des services : (1) les services de base (« *bearer services* »), services qui assurent le traitement des appels et les fonctions de gestion de la location des terminaux mobiles et (2) les télé-services (« *teleservices* ») qui sont des services à valeur ajoutée, comme la messagerie SMS, par exemple. Les télé-services supportés par un réseau public mobile GSM, leurs options (« *supplementary services* »), ainsi que leurs réalisations techniques sont décrits dans les normes GSM 02.03 [20], GSM 02.04 [55] et GSM 03.11 [56]. Les normes GSM [20] spécifient deux types de services de messagerie : (1) SMS point à point (« *Point to Point SMS - SMS/PP* ») [52], et (2) SMS diffusion par cellules (« *Cell Broadcast SMS - SMS/CB* ») [53]. Une caractéristique importante des services SMS/PP et SMS/CB est le fait qu'ils ne sont pas des services orientés connexion [20].

3.1.1 L'architecture réseau du service SMS/PP

L'échange des messages entre une entité capable de traiter les messages SMS (« *Short Message Entity - SMS* ») et un terminal SMS implique la présence des composantes réseau présentées à la figure 3.1 [52]. La connexion entre une entité SME et le centre de messages SMSC n'a pas fait l'objet de la normalisation GSM. Pour la soumission d'un message par le SME, le centre SMSC

contacte la passerelle SMS-GMSC, qui ensuite assure le routage du message dans le réseau cellulaire vers le terminal mobile MS (la partie « *Mobile Terminating - MT* »). Le GMSC interroge la base de données HLR afin de vérifier le profil utilisateur de l'abonné destinataire et de trouver la position actuelle du terminal destinataire. Le message est envoyé vers le commutateur MSC visité qui envoie finalement le message au terminal SMS [52]. Pour la partie « *Mobile Originating - MO* » le MS envoie un message au MSC visité (dans l'entête du message est spécifié l'adresse E.164 du SMSC). Le MSC s'occupe du routage du message vers la passerelle appropriée IWMSC qui est connectée au centre SMSC. Dans le cadre du présent projet, nous considérons que les composantes de la figure 3.1 se trouvent toujours dans le même réseau cellulaire.

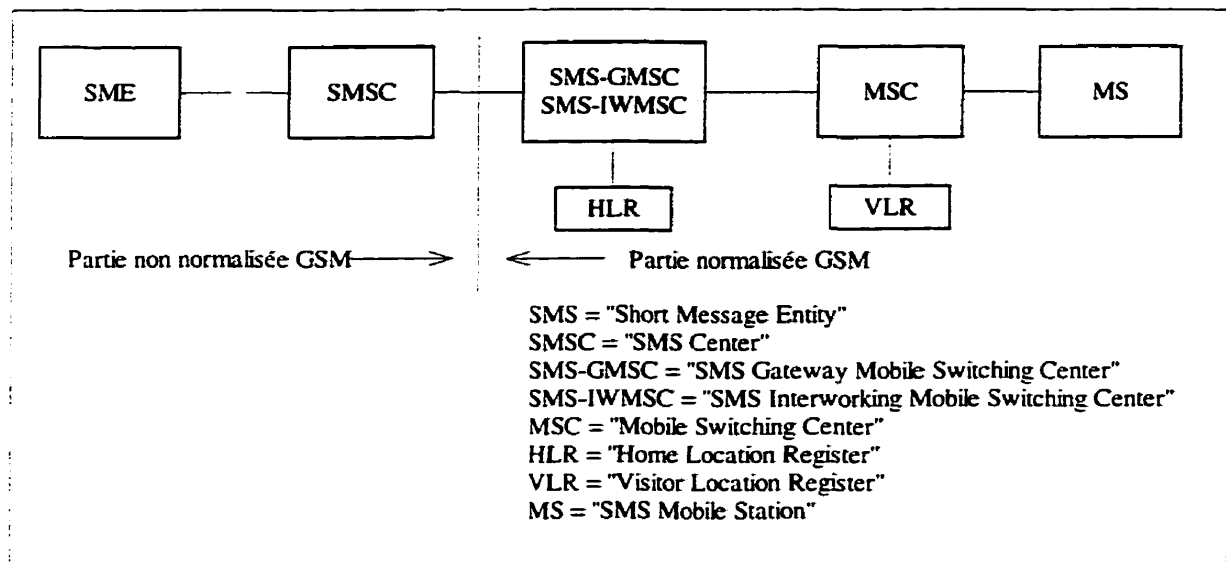


Figure 3.1 : L'architecture réseau du service SMS/PP

Toutes les communications SMS-GMSC (SMS-IWMSC) avec HLR et MSC, ainsi que la communication entre MSC et VLR utilisent l'architecture du système de signalisation SS7 et la partie « *Mobile Application Part - MAP* » décrite dans le standard GSM 09.02 [57]. Du point de vue de l'utilisateur, le service *SMS/PP* offre la possibilité de transfert des messages, d'une longueur maximale de 160 caractères (ou 140 octets), d'un téléphone mobile vers un autre téléphone mobile, comme a été présenté dans la sous-section 1.4.2. Le service SMS a été spécifié d'une manière similaire à un protocole orienté datagram, sans connexion entre le terminal de départ et celui d'arrivée, ce qui n'impose pas de contraintes temporelles. Toutefois, l'ordre d'envoi des messages

n'est pas respecté et l'expéditeur des messages ne reçoit pas la confirmation de réception. Le transport des messages est coupé en deux parties : une première communication entre le terminal expéditeur et le centre des messages SMSC (qui a la possibilité d'enregistrement des messages), et la deuxième entre le SMSC (défini comme « *Service Center - SC* » par la norme GSM 03.40 [52]) et le terminal de destination.

3.1.2 L'architecture des protocoles SMS/PP

Les couches des protocoles utilisés par le service SMS/PP sont présentées dans la figure 3.2 [52].

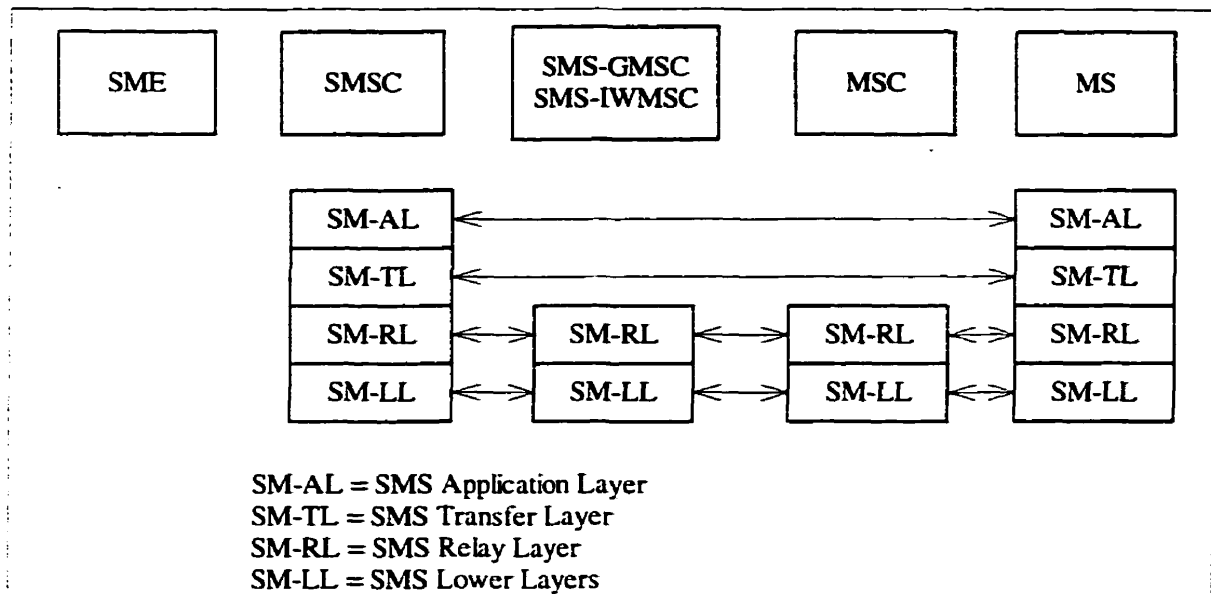


Figure 3.2 : L'architecture des protocoles SMS/PP [52]

Le standard GSM 03.40 spécifie que les services offerts par le protocole SM-TL au SMSC et MS et par le protocole SM-RL au SMSC [52].

3.1.2.1 Les services offerts par la couche SM-TL

La couche SM-TL permet au « *Short Message Application Layer SM-AL* » d'envoyer et de recevoir des messages à l'entité SM-AL correspondante ainsi que des confirmations sur le transfert des

messages [52]. Les six « *Protocol Data Unit - PDU* » utilisés par la couche de transfert « *Short Message Transfer Layer SM-TL* » et leurs fonctions sont présentées dans le tableau 3.1 .

Tableau 3.1 : Les PDU utilisés par SMS

Le type de PDU	Direction	Fonctions
SMS-DELIVER	SMSC → Mobile	Envoi d'un message
SMS-DELIVER-REPORT	Mobile → SMSC	Envoi d'une cause de déconnexion
SMS-SUBMIT	Mobile → SMSC	Envoi d'un message
SMS-SUBMIT-REPORT	SMSC → Mobile	Envoi d'une cause de déconnexion
SMS-STATUS-REPORT	SMSC → Mobile	Envoi de l'information sur la remise d'un message
SMS-COMMAND	Mobile → SMSC	Envoi d'une commande

Les deux PDU, SMS-DELIVER et SMS-SUBMIT, sont utilisés pour le transfert des messages entre les terminaux mobiles et le SMSC. L'information qui contient l'état de l'envoi d'un message (exemple : un message a été reçu ou pas par le terminal de destination) est transportée par le PDU SMS-STATUS-REPORT. SMS-COMMAND permet l'exécution d'une commande sur un message envoyé par SMS-SUBMIT [52, 58]. En plus, par rapport au fonctionnement de base (transport des messages entre les terminaux mobiles et le SMC), il y a d'autres possibilités d'exploitation du service SMS, tel que le courrier électronique et le fac-similé.

Une caractéristique importante du SMS est le délai de transfert des messages. Les canaux « *Slow Associated Control Channel - SACCH* » et « *Stand-alone Dedicated Control Channel - SDCCH* » sont utilisés, au niveau de l'interface aérienne GSM, pour la communication entre les mobiles et le SMSC [58]. Le fait que ces canaux sont aussi utilisés pour transmettre d'autres informations affecte le débit du service SMS. D'après les mesures faites par NOKIA [58], le débit maximal pour SMS est l'envoi d'un message à toutes les 5 secondes.

3.1.2.2 Les services offerts par la couche SM-RL

La couche SM-RL permet au « *Short Message Transfer Layer SM-TL* » d'envoyer et de recevoir des « *Transfer Protocol Data Unit - TPDU* » à l'entité SM-AL correspondante ainsi que des confirmations sur le transfert des TPDU [52].

3.1.3 Le service SMS/CB

Le service de diffusion *SMS/CB* permet l'envoi des messages vers tous les terminaux qui se trouvent dans une certaine région géographique, soit une ou plusieurs cellules. Les messages envoyés dans ces conditions ont une longueur de 93 caractères (82 octets) et jusqu'à 15 messages peuvent être reliés et envoyés dans un seul PDU [20, 53]. Dans le cas du service SMS/CB il n'y a pas de confirmation de réception d'un message [20]. Dans le présent mémoire, nous nous concentrons sur l'implantation des caractéristiques multicast dans le cas du service SMS/PP.

3.2 Le concept de messagerie intelligente d'après NOKIA

Cette section présente une description de l'architecture de messagerie intelligente qui a comme objectif principal de spécifier un environnement de développement des applications et services pour les réseaux sans fil, complètement séparé de l'infrastructure du réseau.

3.2.1 L'architecture de messagerie intelligente

NOKIA a expliqué dans le document de spécification de la messagerie intelligente [21], que l'objectif le plus important de la conception de l'architecture a été de développer une interface (la spécification « *Narrow-Band Socket - NBS* ») capable de cacher les caractéristiques de l'infrastructure de communication. L'architecture de messagerie intelligente, via l'interface « socket » NBS, permet aux différentes applications d'utiliser les services réseau. Cette interface est disponible au niveau des terminaux et aussi dans les serveurs des services installés dans le réseau, et permet l'intégration des nouveaux services avec l'architecture réseau existant et

l'utilisation efficace de l'interface réseau. La figure 3.3 (adaptée de [21]) présente l'architecture de messagerie intelligente.

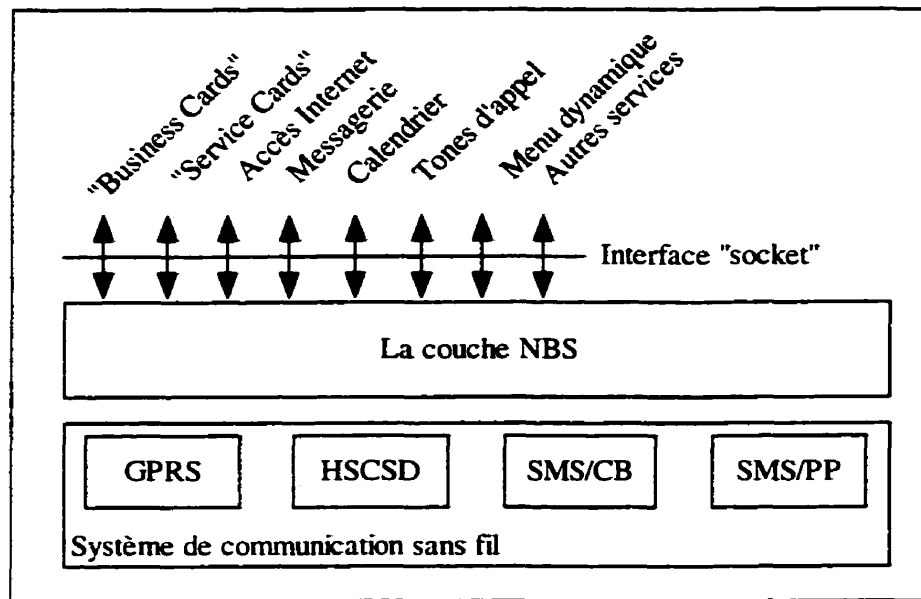


Figure 3.3 : L'architecture de messagerie intelligente

L'interface « socket » permet les communications entre les services réseau et les applications développées (tel que messagerie ou calendrier) à l'aide de la fonction de segmentation et de ré-assemblage (« *Segmentation and Reassembly - SAR* »). La couche NBS organise le transfert des formats des messages par des ports dédiés qui ont des adresses réservées. L'administration de l'espace des adresses est faite par NOKIA, qui est en charge avec l'enregistrement des numéros des ports [21].

La figure 3.3 présente l'architecture de messagerie intelligente qui, à l'aide de la couche NBS, permet l'association des applications avec les services de transport offerts (comme SMS/CB, SMS/PP) par le réseau sans fil. La couche NBS sera spécifiée pour pouvoir interconnecter n'importe quel système de communication sans fil, mais dans une première phase NOKIA se concentre sur la technologie GSM et ses services de transport des données (tel que « *General Packet Radio Service - GPRS* » et « *High Speed Circuit Switched Data - HSCSD* ») [21, 59].

3.2.2 Les formats des messages et la spécification du protocole

Plusieurs formats de message ont été développés dans le cadre de l'architecture de messagerie intelligente. Ces formats de message et les possibilités d'adressage de la couche NBS, permettent la réalisation des communications client/serveur entre les applications présentes dans la figure 3.3 et les terminaux mobiles. Le document NOKIA, « *Smart Messaging - Specification* » [21], inclue la liste des formats des messages utilisés pour chaque application présentée dans la figure 3.3.

Il y a deux types de protocoles qui sont implantés dans les ports de l'interface NBS : « *Dynamic Menu Control Protocol - DMCP* » et « *Tagged Text Markup Language - TTML* ».

Le protocole *DMCP* permet aux éléments de réseau autorisés de modifier la structure du menu du terminal. En général, ces menus sont composés par plusieurs sous-menus qui, à l'aide du protocole *DMCP*, peuvent être personnalisés en fonction des besoins d'utilisateur ou de l'ensemble de services offerts par l'opérateur réseau [21]. La sélection d'un menu déclenche une action spécifique, telle que l'initiation d'un appel ou l'envoi d'un message.

Le protocole *TTML* a été conçu pour permettre aux utilisateurs qui possèdent des terminaux mobiles (sans ou avec possibilités de navigation) d'accéder des services disponibles sur le réseau Internet. Pour avoir accès à ces services, des passerelles *TTML* sont nécessaires pour l'adaptation du protocole *HTML* aux caractéristiques des terminaux mobiles. Le protocole *TTML* se trouve à la base de la spécification future du protocole *WML* (voir le paragraphe 2.4.2.2), et il a été optimisé pour l'utilisation avec le service *SMS*.

3.3 L'implantation actuelle du service et nouveaux défis : multicast, émulation du terminal, l'agenda d'affaires et considération de gestion de réseaux

Les téléphones mobiles Nokia 8110i ont été les premières qui ont implanté le concept de messagerie intelligente, concept qui permet le développement de nouvelles applications et services [60]. Le concept de messagerie intelligente, tel qu'implanté dans le Nokia 8110i, contient les protocoles et formats des messages suivantes [60], utilisés pour le développement des applications et services :

- le format agenda d'affaires (« *Business Card Message Format* ») permet l'envoi la réception des noms et des numéros de téléphone entre le terminal mobile et le serveur réseau ;
- le format sonnerie (« *Ring Tone Message Format* ») permet l'envoi des signaux de sonnerie ;
- le protocole de contrôle du menu (« *Dynamic Menu Control Protocol - DMCP* ») est utilisé pour ajouter ou effacer des entrées dans le menu du téléphone;
- le format de contenu standard (« *Tagged Text Markup Language - TTML* ») est un langage de présentation similaire à HTML.

Dans le cas du Nokia 8110i, le service SMS du réseau GSM est utilisé comme couche de transport pour les services et les applications de la messagerie intelligente. La couche NBS est utilisée pour fins d'adaptation de la longueur des messages (à l'aide des fonctions de fragmentation et reconstruction), étant donné que SMS prévoit le transport des messages de maximum 160 caractères. La couche NBS permet le transport des messages d'une longueur de plus de 160 caractères utilisant des messages standards SMS. La plus récente version de terminal mobile, Nokia 9000i [61, 62], ajoute des nouvelles options au service SMS et ouvre la possibilité d'accéder aux services Internet par des applications telles que le fureteur WWW, le courrier électronique ou telnet. Il offre aussi la possibilité d'utiliser l'émulation de terminal pour des connexions directes, point-à-point, entre deux terminaux mobiles.

Le service SMS utilise que des connexions point-à-point, soit pour l'accès aux services Internet, soit pour l'accès aux services et options de service de base. Notre proposition prévoit l'extension de l'accessibilité du service SMS, dans le sens où il va pouvoir établir des connexions multicast avec plusieurs applications ou services disponibles. Ainsi, le service (MS)² offre la possibilité d'envoyer, à partir d'un terminal mobile, des messages vers un serveur de courrier électronique connecté au réseau Internet, vers la boîte vocale du même utilisateur, vers un autre terminal mobile en passant par le centre SMSC, comme nous la présentons à la figure 3.4.

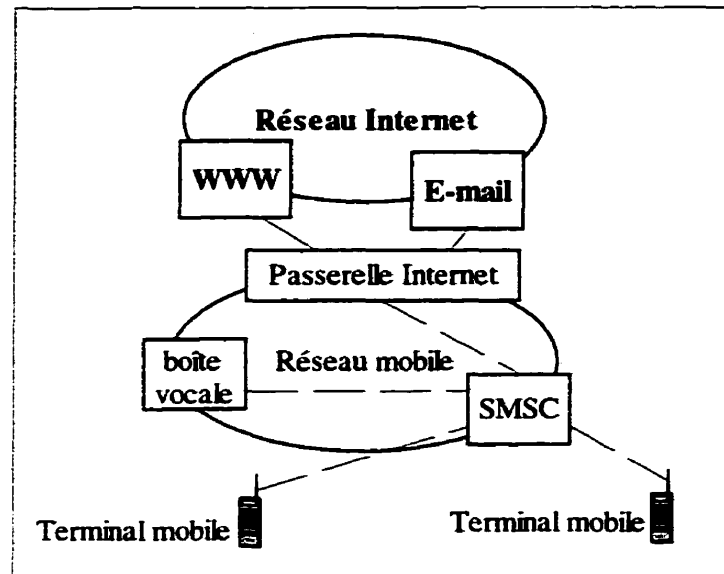


Figure 3.4 : Les connexions du service multicast SMS

Un autre aspect que nous considérons dans notre proposition de spécification du service multicast SMS est l'utilisation efficace des ressources de transport du réseau mobile par les applications qui supposent l'envoi en même temps des messages courts d'un utilisateur vers plusieurs autres utilisateurs. Il s'agirait de l'identification continue des locations des terminaux mobiles qui ont souscrit au service (MS)². Ainsi, pour chaque commutateur, le service multicast SMS prévoit la création d'une liste qui contient les adresses de tous les terminaux mobiles (MS)² actives dans la zone de couverture du commutateur (appelée « *MSC area* » dans [63]). Le centre SMSC pourrait envoyer ainsi, une seule fois, un message vers un certain commutateur MSC qui couvre la région où se trouve une partie des terminaux de destination.

Le service SMS peut être offert dans des réseaux mobiles qui n'utilisent pas la technologie GSM comme support pour le service de communications personnelles (« *Personal Communications Services - PCS* »), par exemple dans des réseaux D-AMPS, plus utilisés en Amérique du Nord que le standard GSM. D-AMPS est la version numérique du « *Advanced Mobile Phone System - AMPS* », un ensemble de normes spécifiées par « *Electronic Industry Association - EIA* » en coopération avec « *Telecommunications Industry Association - TIA* » [54]. Glitho affirme que l'utilisation du système SS7 dans le PCS basé sur D-AMPS ne se limite pas à la signalisation [54]. Le SS7 offre le support pour la transmission des messages de gestion de réseau (opérations,

administration, maintenance et provision - OAM&P) ainsi que pour l'envoi des courts messages SMS, tel que prévu par les normes EIA/TIA IS-41, qui définissent la partie des applications mobiles (« *Mobile Application Part - MAP* ») de l'architecture SS7 [54, 64].

L'utilisation du système SS7 pour assurer le service SMS à l'intérieur d'un réseau D-AMPS est décrite dans la norme EIA/TIA IS-41.3-C [65]. Les messages SMS sont transportés à l'aide de SS7 par les parties des services réseau (NSP). L'envoi et la réception des messages sont faits à l'aide de l'entité de traitement des courts messages, « *Short Message Entity - SME* ». Le SME peut être implanté dans le terminal mobile qui a ainsi la possibilité d'être utilisé, à la fois, pour le transport de la voix et des messages [54, 64].

Dans l'implantation actuelle pour les réseaux D-AMPS, SMS est un service point - à - point (unicast). Les fonctions de diffusion ou de point - à - multipoint (multicast) n'ont pas été normalisées [54].

D'après Glitho [54], le désavantage de l'utilisation du SS7 est sa capacité de transmission limitée et les coûts associés pour l'augmentation de la capacité (qui a comme objectif d'assurer le transport des messages SMS ou de supporter des communications spécifiques à la gestion de réseau). Il propose comme alternative du SS7 NSP, le développement d'un réseau X.25 séparé, utilisé spécialement pour SMS, qui va permettre la communication des utilisateurs SMS avec le réseau Internet.

Glitho sépare les messages SS7 qui supportent le service SMS en deux catégories. La première catégorie, inclut les messages utilisés pour localiser la position des utilisateurs du service (exemple : le message SMSrequest). La deuxième catégorie de messages SS7 comprend celles utilisés pour transporter les données SMS (exemple : le message SMSDeliveryPointToPoint). Les messages de la première catégorie sont assimilés avec les messages de « roaming », et transportés par le futur réseau X.25 (dédié au service SMS), et les messages de la deuxième catégorie sont assimilés avec les messages de courrier électronique, et transportés par le réseau Internet, comme présenté à la figure 3.5 (adaptée de [54]).

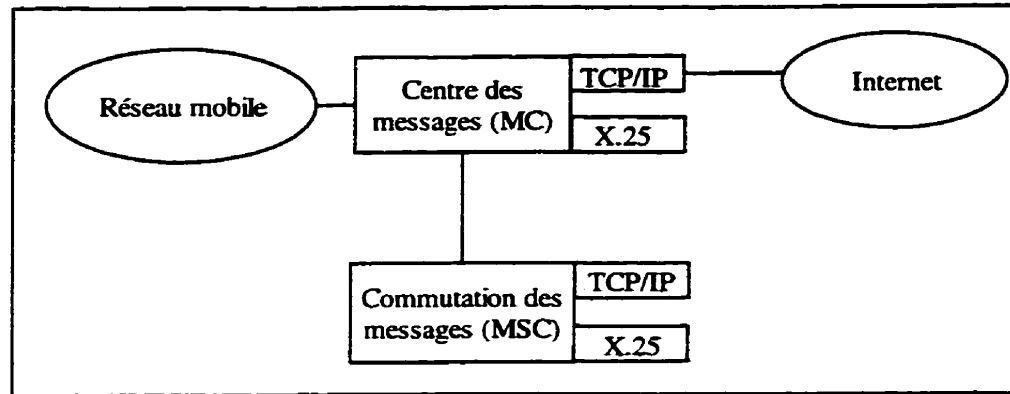


Figure 3.5 : Proposition pour la future architecture du service SMS [54]

Dans cette nouvelle architecture, les deux centres, MC et MSC, s'occupent du transport et du routage de deux types de messages SMS, en utilisant soit la pile de protocoles X.25 pour les messages du premier type, soit la pile TCP/IP pour ceux du deuxième type. Un utilisateur du service SMS a une adresse de courrier électronique permanente s'il se trouve dans la zone couverte par son propre centre (centre « maison ») de commutation mobile (« *Mobile Switching Center - MSC* »). Dans le cas où il sort de cette zone (« *roaming* »), il aura une adresse temporaire pour chaque zone couverte par un MSC. Un message qui arrive à un MC est envoyé vers le MC « maison » du destinataire, et dans le cas où le destinataire ne se trouve pas dans la région, le message est acheminé vers son adresse temporaire [54].

CHAPITRE IV

LE « MULTICAST » DANS LES RÉSEAUX SANS FIL

4.1 Introduction à la problématique des communications de groupe

L'objectif du service (MS)² est d'augmenter l'accessibilité d'un utilisateur du service téléphonique cellulaire à l'aide des messages courts. Le service (MS)² n'a pas comme objectif de résoudre le problème de mobilité personnelle [66], mais il enrichit les possibilités d'accès par la voie des messages courts.

À l'aide de l'option « multicast », il sera possible d'envoyer un message vers plusieurs utilisateurs et également vers plusieurs locations probables d'un utilisateur, comme le terminal mobile, le courrier électronique, le terminal téléphonique connecté au réseau téléphonique commuté ou la boîte vocale associée. Nous proposons l'utilisation de la technique « multicast » pour l'envoi des messages vers plusieurs destinations à l'aide de l'infrastructure de messagerie SMS. La technique multicast permet ainsi l'utilisation efficace des ressources réseau.

Les communications de groupe supposent plusieurs échanges des messages entre plus de deux processus d'application. L'avantage de ce type de communication est la possibilité d'offrir un service distribué à l'aide de la même interface externe. Nous pouvons donner comme exemple d'applications de groupe les communications multimédia ou vidéo - conférence.

Il y a plusieurs topologies utilisées pour les communications de groupe, tel que présentées à la figure 4.1 :

1. une source vers plusieurs récipients (point à multipoint);
2. plusieurs sources vers un seul récipient (multipoint à point);
3. plusieurs sources vers plusieurs récipients (multipoint à multipoint).

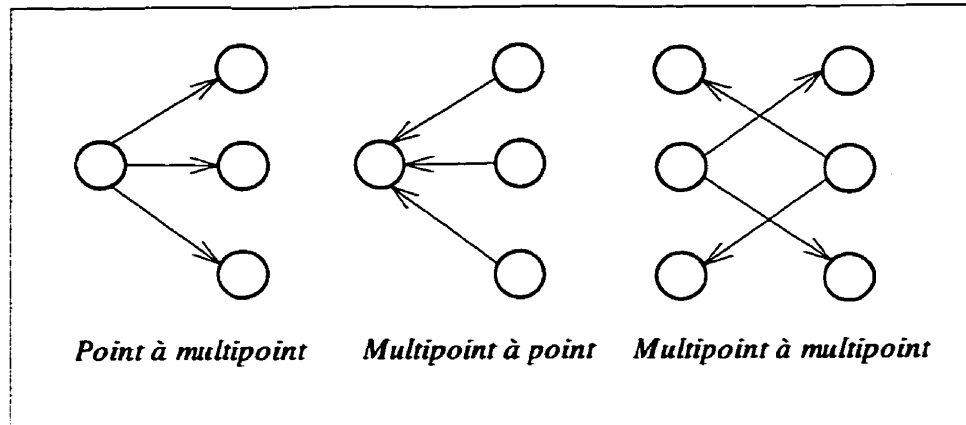


Figure 4.1 : Les topologies de communication de groupe

Il y a deux techniques de communication entre N utilisateurs, qui sont utilisées avec ces topologies, (1) la diffusion des messages entre une source et les autres $N-1$ utilisateurs (« *broadcast* »), et (2) la distribution des messages entre une source et M ($M < N-1$) utilisateurs (« *multicast* »). Ces techniques de communications sont plus efficaces pour l'envoi de la même information vers plusieurs destinations par rapport à la technique point - à - point (« *unicast* »).

D'après Ammar et Towsley [67], le multicast représente l'action d'envoyer un message aux plusieurs récipients dans une seule opération de transmission. La figure 4.2 montre l'emplacement de la technique de communication « *multicast* » par rapport aux techniques de « *broadcast* » et « *unicast* ».

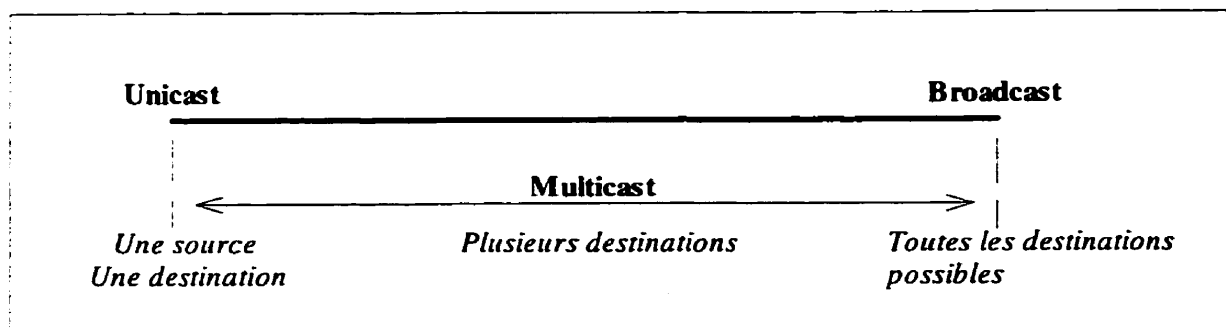


Figure 4.2 : Le « *multicast* » par rapport aux « *broadcast* » et « *unicast* »

Le multicast suppose l'envoi d'un message vers une adresse de groupe. Le groupe contient tous les utilisateurs qui désirent recevoir des messages de la part d'une source. Le groupe et la source ont des adresses bien identifiées. La source n'est pas obligée de connaître la composition du groupe.

Le service multicast peut être implanté à l'aide d'un serveur qui assure la communication entre la source et les membres du groupe. Le serveur multicast peut se trouver dans le même réseau que les participants à la communication multicast. La communication multicast peut être (1) « *simplex* » dans le cas où le transfert des messages est fait dans un seul sens (de la source vers les membres du groupe) ou (2) « *duplex* » dans le cas où l'échange des messages se fait dans les deux sens.

Ammar et Towsley proposent l'implantation des fonctions multicast au niveau des couches transport, réseau et liaison des données du modèle OSI [67]. L'implantation du service multicast au niveau des couches OSI peut se faire utilisant une approche en deux couches, c'est-à-dire une couche multicast qui utilise les services offerts par une autre couche, soit unicast, broadcast ou bien multicast, tel que montré à la figure 4.3 [67].

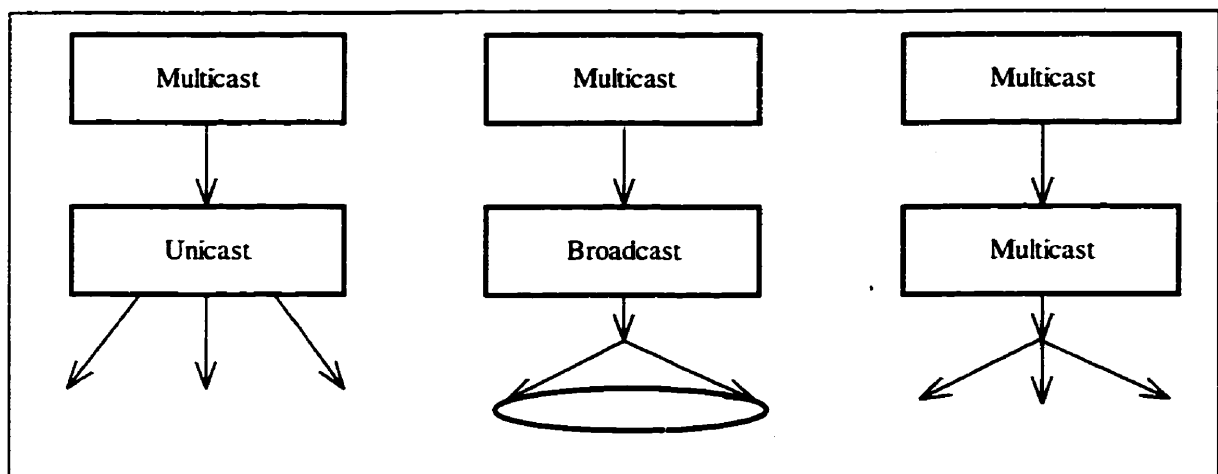


Figure 4.3 : L'approche en couche du service multicast

Beaucoup d'efforts sont investis présentement pour le développement du service multicast à travers plusieurs architectures de réseau, tel que Internet, « *Asynchronous Transfer Mode - ATM* » ou sans fil. Diot, Dabbous et Crowcroft ont identifié plusieurs environnements réseau pour l'application des

techniques de communication de groupe, comme l'Internet, les réseaux mobiles et les réseaux ATM [68]. Un aperçu des ces travaux est présenté dans les sections suivantes.

4.2 Particularités du multicast dans Internet

Cette section met en évidence quelques aspects identifiés lors des essais d'implantation du service multicast à travers le réseau Internet.

Un modèle multicast spécifique au réseau Internet a été développé par Crowcroft et al. [69]. Un terminal multicast connecté au réseau Internet peut rejoindre d'autres terminaux récepteurs identifiés par une adresse de groupe. Les groupes sont identifiés par des adresses de multicast différentes et les terminaux qui se trouvent à l'intérieur de ces groupes sont identifiés par des adresses unicast [69].

D'après Crowcroft et al. [69], le modèle multicast de l'Internet est caractérisé par les propriétés suivantes:

1. les terminaux émetteurs envoient les messages vers une adresse de groupe multicast, sans avoir besoin de connaître les adresses des terminaux faisant partie du groupe ;
2. les terminaux récepteurs doivent exprimer leurs intérêts dans certains groupes multicast, sans connaître les adresses propres aux récepteurs ;
3. les commutateurs multicast transportent les messages appartenant aux communications multicast.

Le modèle du multicast Internet est constitué par plusieurs types de connexions [69]:

1. *point-à-point (unicast)* : le terminal émetteur envoie des messages vers un seul terminal récepteur ;
2. *point-à-multipoint* : pour les communications entre un émetteur et un ensemble de récepteurs ;
3. *multipoint-à-point* : pour les communications entre plusieurs émetteurs et un seul récepteur ;
4. *multipoint-à-multipoint (Internet multicast)* : tel que les applications multimédia de vidéo - conférence, qui supposent l'échange des messages entre plusieurs émetteurs et plusieurs récepteurs.

Pour la modélisation du service SMS multicast, nous proposons le type de connexion point-à-multipoint, comme défini par le modèle de multicast Internet. Ce type de connexion sera implanté dans le modèle en deux couches multicast - unicast, tel que présenté à la figure 4.3.

Pour l'implantation de la fonction multicast dans tous les points de commutation d'un réseau, plusieurs aspects, tels que le routage des messages multicast, la qualité de service, le transfert des messages en temps réel ou le contrôle de flux, doivent être étudiés en détail.

En ce qui concerne les aspects d'adressage, Ammar et Towsley ont identifié deux possibilités (1) l'adressage par liste et (2) l'adressage par groupe [67]. L'adressage par liste suppose l'utilisation d'un ensemble d'adresses qui est défini au moment de la configuration du service, ce qui ne permet pas à des nouveaux utilisateurs de se joindre automatiquement au groupe, ou qui ne permet pas aux anciens utilisateurs de quitter automatiquement le groupe. La seconde possibilité est plus flexible en terme de modification adaptative de la liste des adresses, mais l'opérateur réseau perd le contrôle sur la modification de la composition du groupe. Dans le cas du service (MS)² nous proposons l'adressage par liste. Au moment de la demande de souscription au service (MS)² l'utilisateur a le droit de choisir les récipiends où il désire recevoir des messages, donc il n'y a pas besoin d'une modification automatique de la liste d'adresses.

Le comportement du service Internet multicast a été expérimenté dans le réseau MBONE (Multicast Backbone). MBONE est un réseau virtuel. La couche réseau du MBONE se situe au-dessus de la couche IP du réseau Internet et supporte le routage multicast IP entre les machines Internet qui sont munies d'un logiciel qui permet le multicast IP. MBONE est une implantation du système multicast IP permettant de partager des informations entre toute partie à l'intérieur d'un groupe donné raccordé à Internet. Le réseau ainsi réalisé est dit virtuel dans la mesure où il n'y a plus de lien avec l'adressage direct d'Internet. Etant donné que les équipements de commutation IP (routeurs) ne supportent pas actuellement le routage de paquets multicast IP, il est nécessaire de les encapsuler dans des paquets unicast IP pour les transmettre au moyen d'une liaison dite *tunnel*. Pour assurer un routage efficace des messages multicast, plusieurs algorithmes, tel que « *Distance Vector Multicast Routing Protocol - DVMRP* » ou « *Multicast Open Shortest Path First - MOSPF* » ont été proposés [67, 69]. Ces algorithmes adressent la problématique du transport des messages multicast à travers

le réseau. Pour la spécification du service (MS)² nous proposons une implantation « locale » de la fonction multicast, c'est-à-dire le service (MS)² utilise de connexions point-à-point au niveau de la sous - couche unicast pour rejoindre les récipiènts dont les adresses se trouvent dans la liste de l'utilisateur appelé. Le routage des messages multicast entre les centres de messages SMSC d'un réseau mobile est supporté par la partie réseau du service SMS.

Almeroth, Ammar et Fei ont réalisé plusieurs évaluations de la performance du service multicast IP offert par le MBONE, principalement pour l'analyse de la qualité de service du transfert des messages multicast en temps réel [70, 71]. Les études de performance ont eu comme objectif d'apprécier la qualité de la transmission des informations vidéo et audio pour des applications telles que la vidéoconférence multimédia. Pour le (MS)² il s'agirait plutôt de transporter de courts messages (maximum 160 caractères ou 140 octets) ce qui n'impose pas les contraintes de délai et de bande passante nécessaires pour rendre les algorithmes de routage plus efficaces.

Ammar, Cheung et Scoglio ont analysé le routage des connexions point-à-multipoint dans les réseaux ATM [72]. Leur approche est basée sur l'utilisation des chemins virtuels (« *virtual paths* ») pour l'établissement des connexions multicast. La différence principale entre le routage IP et le routage ATM provient du fait que les communications engendrées par IP ne sont pas orientées connexion par rapport à celles ATM qui sont orientées connexion. Ammar et Towsley présentent la problématique du multicast dans les réseaux ATM et IP et ils proposent l'architecture « *Multicast Address Resolution Server - MARS* » pour offrir le service de multicast IP à travers un réseau ATM [67]. Comme le service (MS)² s'adresse principalement aux réseaux mobiles, dans la section suivante, nous présentons les particularités de l'option multicast dans les réseaux mobiles.

4.3 Particularités du « multicast sans fil »

L'évolution des réseaux mobiles permet aux terminaux mobiles, comme les téléphones cellulaires ou les ordinateurs mobiles (« *Personal Digital Assistant - PDA* ») d'accéder aux services offerts par l'infrastructure du réseau mobile indépendamment de leur position dans le réseau. Un point très délicat est celui de l'identification de l'emplacement des terminaux mobiles. Les problèmes soulevés par l'introduction de la notion de mobilité dans les réseaux de télécommunications ont été

assimilés par le nouveau paradigme « *mobile computing* ». Forman et Zahorjan donnent un aperçu de la problématique de l'informatique mobile en insistant sur trois aspects : (1) l'utilisation des réseaux sans fil, (2) la capacité des terminaux de changer la location et (3) le besoin d'utiliser des terminaux portables (« *hand held computers* ») [73].

Forman et Zahorjan mettent en évidence les caractéristiques principales des communications sans fil, tel que la probabilité élevée d'interruption, la faible qualité des connexions (à cause de la bande passante disponible et les nombreuses erreurs de transmission) et les changements fréquents des conditions de propagation. La mobilité des terminaux peut accentuer la dégradation de la qualité des connexions à cause de la modification du trafic estimé pour certaines zones de service au moment de l'organisation des événements publics par exemple.

En ce qui concerne les aspects du multicast, l'influence de la mobilité d'un terminal suppose le changement dynamique des adresses réseau et de la configuration du système en fonction de sa position dans le réseau. La mobilité du terminal suppose l'utilisation de plusieurs points d'accès au réseau (adresses) [73]. Dans un réseau IP, par exemple, nous devons fournir une adresse IP pour chaque terminal connecté au réseau. Une fois que le terminal IP change d'emplacement, l'administrateur de réseau doit assigner une nouvelle adresse IP en fonction du plan de numérotage implanté dans les équipements de routage.

Tabbane présente quelques techniques d'identification de la position des terminaux, utilisées présentement dans les réseaux mobiles [74]. Dans les réseaux mobiles actuels, nous pouvons considérer deux catégories de mobilité :

1. la mobilité radio : principalement le processus de « *handoff* » ;
2. la mobilité réseau : représentée par la gestion de position du terminal (« *location updating and paging* »). La mobilité réseau est représentée par l'actualisation de la position du terminal mobile dans le réseau (faite à la demande du terminal) et par l'identification de la position du terminal à l'initiative du réseau [74].

Dans le cas du multicast SMS, nous sommes plutôt intéressés à définir les accès simultanés aux plusieurs terminaux identifiés par une seule adresse de groupe que par les problèmes

d'identification de position des terminaux mobiles. Nous considérons donc que l'infrastructure du réseau mobile assure d'une manière transparente l'identification des positions. Toutefois, pour augmenter l'efficacité du transport des messages à travers le réseau, nous prévoyons, pour chaque commutateur du réseau mobile, la création des listes des adresses qui indiqueront le regroupement des terminaux dans des différentes zones de couverture.

D'autres études du problème multicast dans les réseaux mobiles ont été entreprises. Brown et Singh ont considéré le problème multicast « optimal » à l'intérieur d'une cellule. Ils ont proposé un algorithme d'allocation des canaux multicast à l'intérieur d'une cellule, avec la possibilité d'extension pour plusieurs cellules [75]. L'algorithme prend en considération les contraintes de bande passante existantes dans la cellule cible dans le but de maximiser les débits des canaux multicast alloués aux terminaux du groupe.

Plusieurs travaux ont été effectués sur la spécification des protocoles de diffusion (« broadcast ») dans des réseaux sans fil à plusieurs points de commutation [76, 77]. Acharya et Badrinath proposent une approche originale pour assurer le service multicast dans les réseaux mobiles [78]. Il s'agit de la définition du modèle « *multicast group* » qui permet l'actualisation de la position du groupe des mobiles plutôt que l'identification de la position de chaque membre du groupe séparément. Ce modèle élimine la nécessité d'avoir plusieurs connexions unicast (la sous - couche unicast présentée dans la figure 4.3) qui s'avère inefficace dans un environnement avec des contraintes de bande passante. Dans le modèle proposé par Acharya et Badrinath le service multicast se trouve au niveau transport et il est basé sur la gestion de la position du *groupe* des mobiles. Chaque groupe qui est abonné au service multicast est identifié par une position de groupe (« *group location* »). L'approche permet de déplacer l'intelligence du protocole multicast du terminal mobile à des entités fixes, appelées « *Mobile Support Stations - MSS* » qui sont en charge de la distribution des messages multicast vers les membres des différents groupes [78].

Plusieurs chercheurs ont étudié la problématique du multicast dans les réseaux mobiles ATM ou IP. Avant de passer à l'étude du multicast spécifique aux communications des données dans les réseaux mobiles, nous présentons quelques points délicats sur la mobilité des utilisateurs des services de transport des données [79, 80].

Bakre et Badrinath proposent l'utilisation d'une couche transport supplémentaire appelée « *indirect* », qui rend inobservables aux applications Internet les défaillances de communication causées par la mobilité et par la nature non fiable d'une liaison radio [79]. La couche « *Indirect TCP - I-TCP* » permet l'isolement de la liaison radio de la partie « *fixe* » du réseau Internet. Ainsi, les caractéristiques de la liaison mobile, telles que les débits bas ou les déconnexions fréquentes, pourraient être traités par des protocoles de transport spécialisés, sans affecter le fonctionnement des protocoles de transport déjà utilisés dans la partie « *fixe* » du réseau. Les connexions entre les terminaux mobiles et le réseau Internet passent par un équipement « *proxy* » appelé « *Mobile Support Router - MSR* » qui gère les deux parties de communications : fixe et mobile.

La figure 4.4 présente la partie d'accès au réseau Internet à l'aide du MSR.

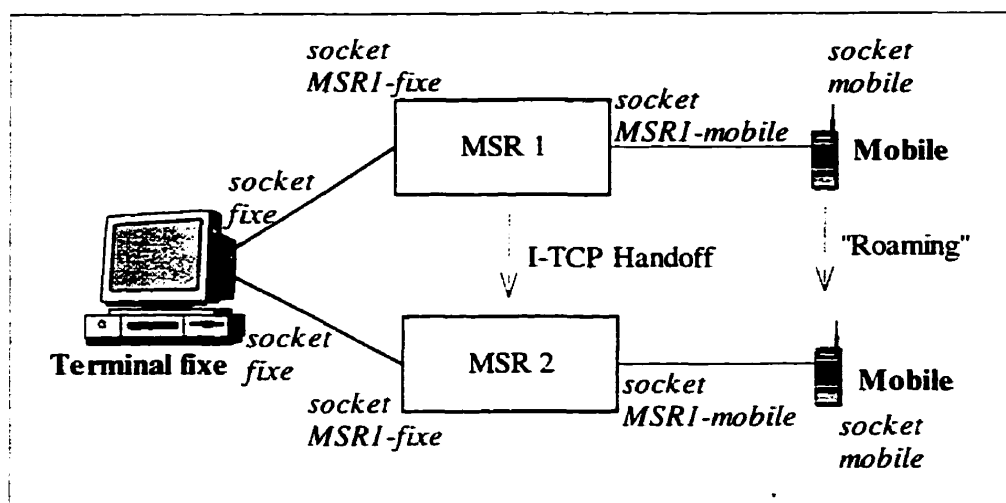


Figure 4.4 : La connexion terminal mobile - terminal fixe à l'aide de I-TCP

Le terminal mobile établit la connexion avec le terminal fixe à travers le MSR1, et ensuite il se déplace dans la cellule contrôlée par MSR2. En ce moment le processus de handoff entre les deux MSR est déclenché, où le MSR2 ouvre deux connexions avec les mêmes paramètres « *socket* » que dans le cas du MSR1. L'avantage du I-TCP est qu'il sépare les fonctions de contrôle de flux et contrôle de congestion spécifiques à la liaison radio de celles spécifiques au réseau fixe. Cette séparation est très importante à cause de la vitesse élevée propre aux connexions fixes par rapport à celle d'une liaison radio [79].

L'opération de « *handoff* » effectuée par un terminal mobile qui utilise le service multicast peut générer des interruptions de la communication. Toh analyse les problèmes associés au « *handoff* » pour les connexions avec les mobiles qui utilisent le service multicast et propose une méthodologie pour supporter les « *handoffs* » des mobiles émetteurs ou récepteurs dans des réseaux ATM sans fil [81].

Pour la gestion des connexions multicast dans un environnement qui contient à la fois des connexions ATM fixes et mobiles, Ngoh, Li et Wang proposent une approche similaire à I-TCP proposée par Bakre et Badrinath. Il s'agit du développement d'un réseau de signalisation capable d'offrir la gestion des connexions multicast. La figure 4.5 présente une architecture de gestion des connexions multicast [82].

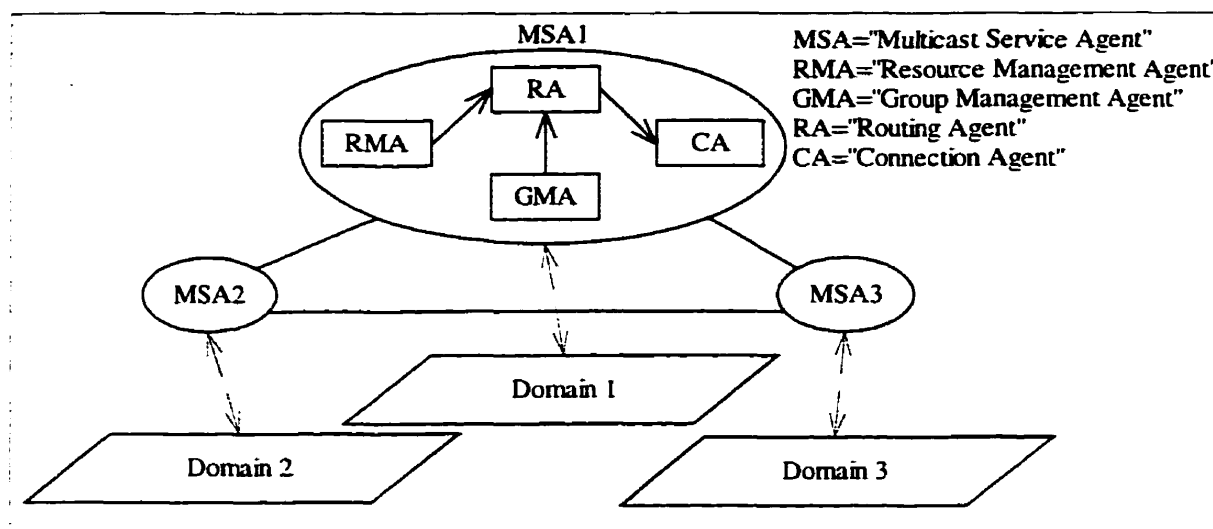


Figure 4.5 : L'architecture de gestion des connexions multicast

Le réseau de signalisation multicast est constitué par les entités « *Multicast Service Agent - MSA* ». Chaque MSA traite les demandes des connexions multicast qui viennent d'un des domaines du réseau ATM. Le MSA doit remplir les quatre fonctions suivantes : (1) la gestion des ressources du réseau, (2) la gestion du groupe multicast, (3) le routage des messages multicast et (4) la gestion des connexions multicast. Pour chaque fonction a été définie une application (agent). La gestion des ressources est effectuée par « *Resource Management Agent - RMA* » qui exécute la procédure de contrôle d'admission de l'appel (« *Call Admission Control - CAC* ») en fonction de paramètres du

trafic et de la qualité de service demandée pour une connexion multicast. L'agent « *Group Management Agent - GMA* » gère l'actualisation d'une base des données qui contient les noms des groupes multicast, les adresses physiques des membres d'un groupe multicast ainsi que les locations des terminaux mobiles. Enfin, les agents de routage « *Routing Agent - RA* » et l'agent de connexion « *Connexion Agent - CA* » exécutent les fonctions de calcul d'arbre de routage multicast et l'implantation de l'arbre de routage, respectivement [82].

Le choix d'une architecture multicast ou autre est déterminé par la performance du service multicast offert. Plusieurs évaluations de performance des algorithmes et architectures multicast ont été effectuées [69, 83, 84]. Crowcroft et al. considèrent que la qualité du service multicast dépend premièrement de la qualité du routage implanté dans le réseau [69]. Pour l'évaluation du service multicast qui utilise la sous - couche unicast (figure 4.3), il s'agit de déterminer la performance du routage des messages sur plusieurs liaisons unicast. La multitude des paramètres impliqués dans le routage rend très difficile l'évaluation de la performance. Pour diminuer la complexité de l'évaluation, Crowcroft et al. proposent la séparation des métriques du routage en deux parties : (1) métriques indépendantes du trafic (exemple : le débit d'une ligne ou le délai de propagation) et (2) métriques dépendantes du trafic (exemple : le temps de « *store and forward* » des messages) [69].

CHAPITRE V

LA SPÉCIFICATION DU SERVICE MSMS : (MS)²

5.1 La description de la méthodologie de spécification

En ce qui concerne le développement du service (MS)², les objectifs du présent mémoire sont : (1) de définir l'architecture réseau et celles des protocoles utilisés pour la provision du service (MS)² et (2) de spécifier le comportement du service (MS)² intégré dans l'architecture réseau (MS)². La méthodologie utilisée pour atteindre ces deux objectifs est basée sur des activités définies dans les méthodologies ITU-T, IN et SDL (présentées dans la section 1.3), à quoi s'ajoutent des éléments particuliers à l'ingénierie du logiciel (il s'agit de l'activité d'ingénierie des besoins - IB, présentée dans la section 2.2).

Ainsi, dans notre méthodologie, nous nous concentrons sur les activités initiales du cycle de vie des services (section 2.2), soit (1) l'analyse des besoins et (2) la spécification du service. La méthodologie que nous utilisons pour la spécification du service (MS)² inclut les activités suivantes :

1. *l'analyse des besoins* (méthodologie IN et des éléments d'IB) qui représente le processus d'acquisition et de dérivation des besoins :

2. *la modélisation du comportement du service*, avec les étapes suivantes :

- 2.1 la modélisation conceptuelle du service (ce qui représente en effet l'activité de modélisation des besoins d'IB) ;
- 2.2 la description de l'architecture physique du réseau (méthodologie ITU-T et IN) ;
- 2.3 la description de l'architecture de protocoles (méthodologie ITU-T) ;
- 2.4 la spécification du comportement du service (méthodologie SDL et modélisation des besoins d'IB), avec les sous - étapes suivantes : (a) l'identification des blocs au niveau du système SDL, (b) la dérivation du comportement du service à l'aide des techniques de description formelles (comme la création des diagrammes MSC par exemple) et (3) la spécification formelle complète du système.

Dans cette méthodologie, nous pouvons utiliser des techniques de description et de spécification (1) *informelles*, (2) *demi - formelles*, ou (3) *formelles*, selon la description donnée par Eberlein [16].

Nous analysons la technique la plus appropriée pour chaque activité de la méthodologie. La spécification d'un système ou d'un service définit les aspects essentiels de son comportement. Certains aspects peuvent être négligés dans l'activité de spécification et laissés comme choix pour les activités de conception et d'implantation.

En général, la description initiale d'un service ou d'une option de service est faite à l'aide des moyens informels de structuration de l'information comme des diagrammes ou des tableaux (l'activité d'analyse des besoins). Ce type de spécification, dite *en langage naturel*, pourrait générer des interprétations contradictoires. Pour obtenir une description sans ambiguïtés des propriétés et du comportement d'un service nous devons utiliser des *techniques de spécification et description formelles* (« *Formal Description Techniques - FDT* ») qui fournissent une syntaxe bien définie et une sémantique formelle. L'ITU-T définit un FDT comme une méthode de spécification basée sur un langage de description qui utilise des règles rigoureuses et non ambiguës pour le développement des expressions à l'aide de langage (*syntaxe formelle*) et pour l'interprétation de la signification de ces expressions (*sémantique formelle*) [85]. Les techniques de spécification et description formelles nous aident à analyser la cohérence des spécifications et à vérifier la conformité des implantations avec les spécifications formelles [35, 85, 86].

Il y a présentement plusieurs langages de spécification et de description formelles basés sur différents concepts théoriques, comme celui des machines à états finis. Des langages de spécification (SDL [33] et MSC [34]) destinés aux protocoles de télécommunications ont été normalisés par l'ITU-T. Dans le cadre du présent mémoire, nous sommes intéressés à décrire le comportement du service (MS)², les interactions et les échanges de l'information entre les principaux éléments de l'architecture du service (MS)². Ainsi, pour les activités d'analyse des besoins, de modélisation conceptuelle, et de description de l'architecture réseau et de protocoles, nous utilisons le langage naturel (technique informelle). Dans le cas de la spécification du service, nous avons à notre disposition les langages SDL et MSC. Le langage SDL a été conçu plutôt pour la description et la spécification de la structure d'un système, et nous considérons qu'il est plus approprié de l'utiliser pendant l'activité de conception du service, par rapport au langage MSC qui est utilisé spécialement pour la spécification du comportement d'un système. Eberlein caractérise le langage MSC comme un langage demi - formel et le langage SDL comme formel [16]. Pourtant, en

tenant compte du travail de formalisation et de normalisation [87, 88, 89], nous considérons que le langage MSC pourrait être aussi classifié comme formel. Ainsi, pour la spécification formelle du service (MS)² nous utilisons la technique qui emploie des diagrammes d'ordonnancement des messages « *Message Sequence Charts - MSC* » [34, 90, 91]. Un diagramme d'ordonnancement des messages MSC ne représente pas la description complète du comportement du service. Un diagramme MSC décrit les interactions (communications asynchrones) qui ont eu lieu entre les différentes composantes (« *instances* ») d'un système ou d'un service dans une seule trace d'exécution. Pour la description détaillée du comportement du service nous avons besoin d'un ensemble de MSC [87]. Nous utilisons le MSC comme un langage de description et de spécification des interactions entre les éléments du service (MS)². La figure 5.1 présente un exemple de MSC.

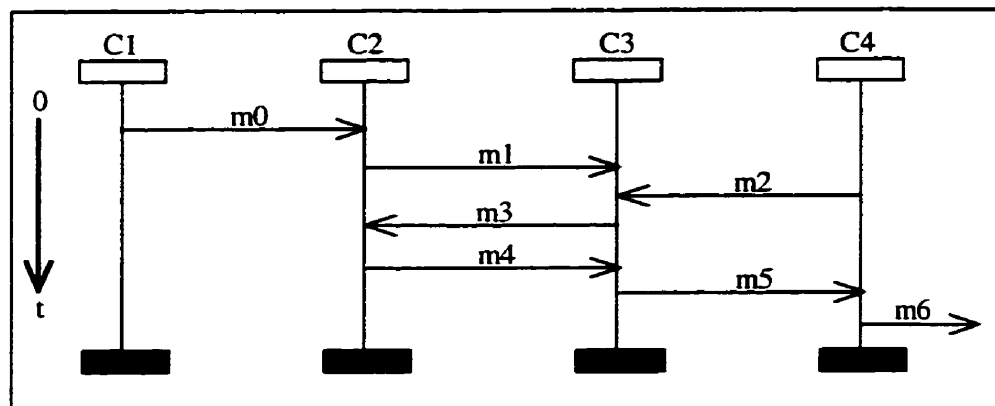


Figure 5.1 : Un exemple de MSC

La figure 5.1 définit le comportement de la communication entre les composantes C_i du service, pour $i \in \{1, 2, 3, 4\}$. Les composantes C_i sont représentées par les axes verticaux. L'axe du temps a son origine en haut de la figure. Les interactions entre les composantes du service sont représentées par des flèches. Dans la figure 5.1 les messages $m_0, m_1, m_2, m_3, m_4, m_5$ sont échangés entre les composantes du service et le message m_6 est envoyé vers l'environnement.

La création des spécifications à l'aide des MSC est facilitée par l'utilisation de différents outils tels que des éditeurs de texte ou des éditeurs graphiques. Le MSC permet deux formes de représentation : (1) textuelle et (2) graphique. La forme textuelle MSC/PR offre une syntaxe textuelle. La forme graphique MSC/GR offre des symboles graphiques pour la construction des

diagrammes d'ordonnancement MSC. Du point de vue de la sémantique les deux formes sont équivalentes. Les outils MSC permettent l'édition des spécifications sous forme graphique ainsi que la vérification syntaxique et sémantique de la spécification. Une présentation plus détaillée des MSC et de l'outil de développement est donnée à l'annexe A.

5.2 Le cycle de vie du service (MS)²

Ce chapitre porte sur l'ensemble des activités nécessaires au développement du service multicast SMS - (MS)². Dans cette section, nous traitons les activités qui font partie de l'environnement de création des services, soit (1) l'analyse des besoins et (2) la spécification. Pour l'activité de spécification, nous avons choisi la technique « *Message Sequence Charts - MSC* » qui permet une description intuitive des services, protocoles et interactions entre les différentes composantes d'un réseau de télécommunications.

La sous-section 5.2.2 présente le modèle conceptuel du service (MS)², les architectures physiques et celles des protocoles utilisées pour assurer le fonctionnement du service, ainsi que leur spécification à l'aide de « *Message Sequence Charts - MSC* ».

5.2.1 L'analyse des besoins

Le nouveau service (MS)² est dérivé du service classique SMS et il s'adresse aux utilisateurs des réseaux téléphoniques cellulaires. Les caractéristiques de base du service SMS ont été présentées au chapitre III du mémoire. Le service SMS classique supporte seulement le type de connexion point-à-point (unicast) et il prévoit l'envoi des messages courts à l'intérieur d'un réseau cellulaire.

Le service (MS)² que nous proposons offre la possibilité d'augmenter l'accessibilité des utilisateurs, dans des conditions optimales d'utilisation des ressources réseau, sans limiter l'envoi des messages à l'intérieur d'un seul type de réseau ou vers un seul type de terminal. Ainsi, la caractéristique multicast permettrait l'envoi des messages courts à partir d'un terminal cellulaire (qui utilise les fonctions d'une entité à messages courts « *Short Message Entity - SME* ») connecté à un réseau cellulaire, vers plusieurs autres terminaux cellulaires capables de recevoir des messages courts

(nous définissons cette caractéristique du service $(MS)^2$ comme « la partie réseau du service $(MS)^2$ ». À leur tour, les utilisateurs de destination peuvent choisir de recevoir les messages à d'autres adresses, comme une adresse de courrier électronique faisant partie du réseau Internet et une autre de boîte vocale attachée à un terminal fixe connecté au réseau téléphonique commuté (nous définissons cette caractéristique du service $(MS)^2$ comme « la partie utilisateur du service $(MS)^2$ ». La figure 5.2 présente l'aperçu de l'analyse des besoins du nouveau service $(MS)^2$.

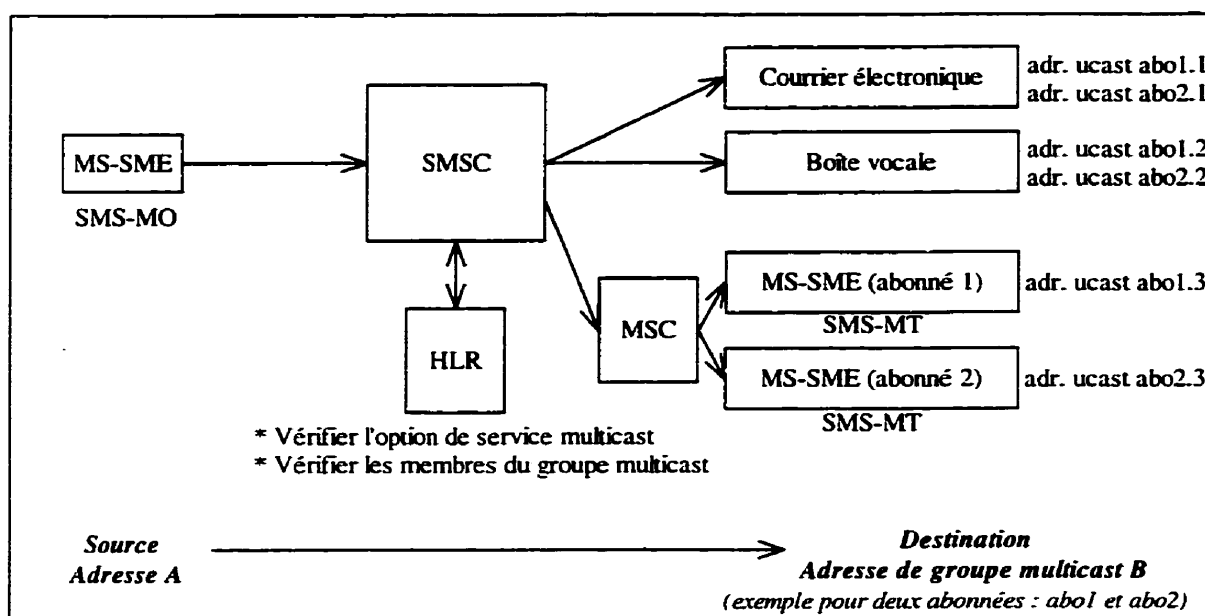


Figure 5.2 : L'analyse des besoins du nouveau service $(MS)^2$

Le nouveau service $(MS)^2$ utilise les fonctions de transport du service unicast SMS/PP. Ainsi, la partie initiale de la connexion SMS-MO entre le terminal source SMS et le centre des messages SMSC respecte le fonctionnement du service SMS/PP tel que spécifié par la norme GSM 03.40 [52]. La couche multicast devrait intervenir au niveau du SMSC, qui devrait gérer l'envoi des messages à l'aide des connexions point - à - multipoint.

L'utilisateur destination de la figure 5.2 a la possibilité de souscrire au service $(MS)^2$. Au moment de la souscription, un utilisateur quelconque du réseau cellulaire devrait avoir la possibilité de préciser à l'opérateur réseau les adresses de courrier électronique et celle de la boîte vocale où il souhaite recevoir des messages courts. L'adresse téléphonique du terminal mobile SMS de

destination est déjà connue par le réseau étant donné que le service (MS)² est offert aux utilisateurs des réseaux cellulaires. L'adresse du terminal mobile de destination représente en effet l'adresse de groupe multicast. Dans la figure 5.2 par exemple, l'abonné 1 peut être représenté par le groupe des adresses unicast (abo1.1, abo1.2, abo1.3).

L'utilisateur devrait aussi avoir la possibilité de choisir une seule adresse, ou celle de courrier électronique ou bien celle de la boîte vocale. Toutes ces adresses pourraient être placées dans une liste qui sera identifiée par l'adresse de groupe multicast.

Au moment de la réception des messages courts pour le terminal cellulaire SMS de destination, le centre de messages SMSC doit vérifier le profil de l'utilisateur de destination SMS-MT (enregistré dans la base des données « *Home Location Register - HLR* »). Dans le cas où l'utilisateur de destination a l'option multicast (MS)² active, le centre SMSC interroge le HLR sur la liste des destinations regroupées sur l'adresse de groupe multicast, et poursuit l'envoi des messages courts à travers des passerelles appropriées entre le réseau téléphonique cellulaire, le réseau Internet et le réseau téléphonique commuté. Si l'option multicast n'est pas active, le SMSC envoie les messages directement au terminal cellulaire de destination.

Dans le cas où l'émetteur désire envoyer le même message à plusieurs destinations (identifiés par des adresses de groupe multicast) le nombre de communications à l'intérieur du réseau public mobile devrait être minimisé pour ne pas réduire la capacité de transport du réseau. Pour respecter cette contrainte, nous proposons l'implantation d'une technique de surveillance permanente des positions des terminaux (MS)². Cette technique pourrait faire partie de la catégorie « *mobilité réseau* » décrite par Tabbane [74]. Les paragraphes suivants présentent la matérialisation technique des ces besoins.

5.2.2 La modélisation du comportement du service (MS)²

Dans la partie modélisation, nous présentons le modèle conceptuel du service (MS)², l'architecture physique du réseau (MS)², l'architecture des protocoles (MS)², ainsi que la spécification du service (MS)² à l'aide de « *Message Sequence Charts - MSC* ».

5.2.2.1 Le modèle conceptuel du service (MS)²

Le modèle conceptuel du service (MS)² contient la description de la logique du service (MS)² au niveau du plan fonctionnel global du modèle conceptuel d'un réseau intelligent, dans le cadre du processus de création des services. Pour des fins de gestion et de contrôle de service [55, 56, 92] nous proposons que le modèle du service (MS)² contienne les éléments suivants:

1. l'état opérationnel du service (MS)² (notation : OP_MSMS) ;
2. la liste des paramètres du service (notation : LISTE_PARAM).

La liste des paramètres de service inclut l'adresse du groupe multicast (ADR_MCAST) et la liste des adresses unicast (LISTE_UCAST). À l'aide de la technique de définition « *Backus-Naur Form - BNF* », les éléments du service (MS)² peuvent être exprimés comme suit:

OP_MSMS ::= active | inactive

LISTE_PARAM ::= < NIL > | [<ADR_MCAST>][<LISTE_UCAST>]

ADR_MCAST ::= < l'adresse téléphonique du terminal cellulaire >

LISTE_UCAST ::= < NIL > | [<ADR_E_MAIL>][<ADR_TELEPH>]

ADR_E_MAIL ::= < l'adresse pour le courrier électronique > | < NIL >

ADR_TELEPH ::= < l'adresse téléphonique de la boîte vocale > | < NIL >

NIL ::= < champ d'adresse vide >

La figure 5.3 présente la description de la logique du service (MS)² - *partie utilisateur*. La première étape consiste en l'exécution du processus de vérification du profil de l'utilisateur SMS destinataire et la vérification de l'activation du service (MS)². Si le service (MS)² est active, la deuxième étape suppose l'acquisition de la liste des paramètres (adresses unicast) qui sont utilisés par la suite pour l'envoi des messages courts aux récipiènts spécifiés par l'utilisateur destinataire.

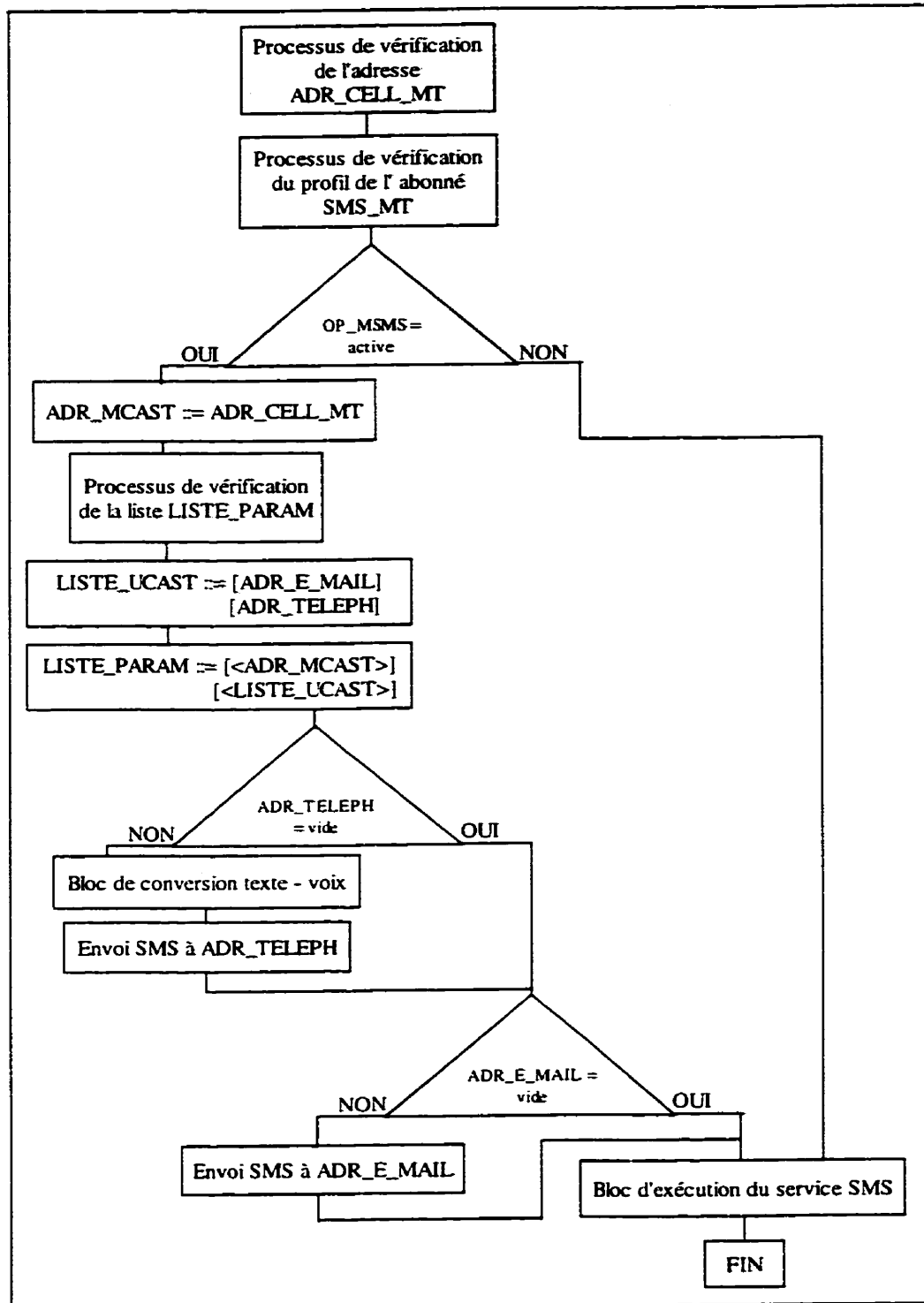


Figure 5.3 : La description de la logique du service (MS)² - *partie utilisateur*

La logique du service (MS)² - *partie réseau* est principalement basée sur les opérations suivantes : (1) la mise à jour des locations des terminaux mobiles et (2) le regroupement des terminaux qui se trouvent dans la même zone de couverture d'un commutateur. L'algorithme qui représente la logique du service a été développé à partir de la technique de multicast « *atleast-once message delivery* » proposé par Acharya et Badrinath [78].

Dans le cas d'une communication multicast qui implique plusieurs groupes de destinations multicast, le terminal émetteur devrait envoyer au centre SMSC toutes les adresses de groupe multicast (ADR_MCAST1, ..., ADR_MCASTn) au moment de la connexion. Le centre SMSC est chargé de la livraison des messages aux adresses spécifiées par l'utilisateur SMS-MO.

Les étapes de l'algorithme sont les suivantes :

1. l'émetteur envoie les messages SMS et la liste des adresses de destination (m , $destliste_m$) au centre SMSC ;
2. le centre SMSC enregistre le message m et il insère les adresses qu'il a reçues de la part de l'émetteur dans la liste $destliste_m = (ADR_CELL_1, \dots, ADR_CELL_N)$. Deux autres listes, $locationliste_m$ et $ackliste_m$ sont créées (voir plus loin) ;
3. le SMSC interroge le HLR sur la position du chaque terminal dont l'adresse de destination se trouve dans la liste $destliste_m$. Les informations reçues sont insérées dans la $locationliste_m$. Ensuite, le SMSC regroupe les adresses qui se trouvent dans la même zone de couverture sous l'adresse du commutateur responsable de la zone de *couverture* ($locationliste1, \dots, locationlisteP$) ;
4. le SMSC envoie le message m aux commutateurs (1, ..., P) qui s'occupent ensuite de la diffusion du message m vers les terminaux dont les adresses se trouvent dans les ($locationliste1, \dots, locationlisteP$). Les messages de confirmation de réception du message m par les terminaux destinataires sont insérés dans la liste $ackliste_m$;
5. une fois toutes les confirmations reçues, le SMSC efface le message m et la liste $destliste_m$ de sa mémoire et envoie la confirmation de réception au terminal émetteur.

Les figures 5.4 et 5.5 présentent la description de la logique du service (MS)² - *partie réseau*.

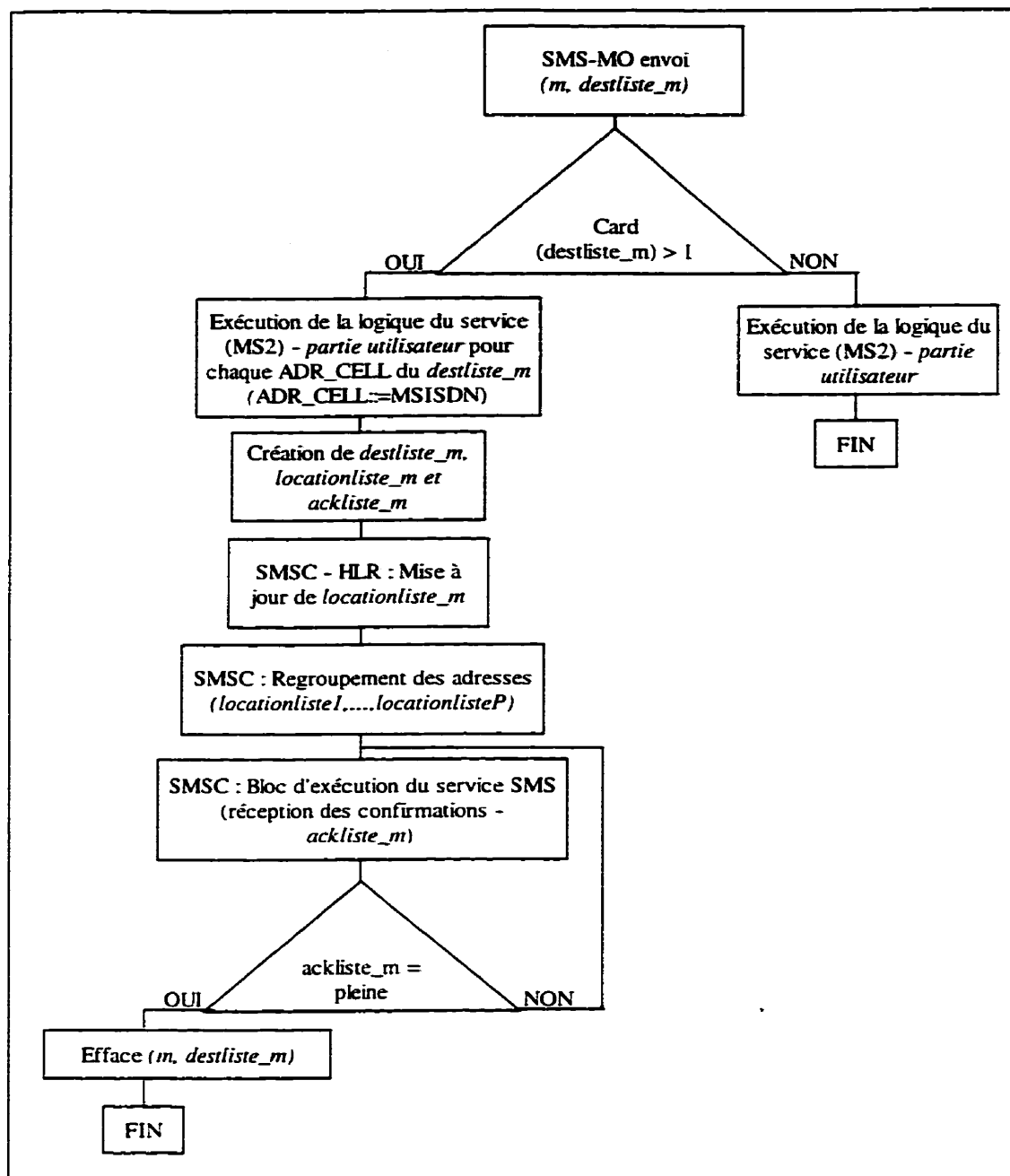


Figure 5.4 : La description de la logique du service (MS)² - *partie réseau*

Dans le cas où $card(destliste_m) > 1$ la logique du service (MS)² - *partie réseau* va commencer l'exécution de la logique du service (MS)² - *partie utilisateur*, telle que présenté à la figure 5.3.

Le « Bloc d'exécution du service SMS » qui termine la logique du service (MS)² - *partie utilisateur* dans la figure 5.3 sera remplacé par l'exécution de l'algorithme de la logique du service (MS)² - *partie réseau* comme présenté à la figure 5.4.

La figure 5.5 présente les interactions entre les différents éléments du réseau pendant l'exécution du service (MS)² - *partie réseau*.

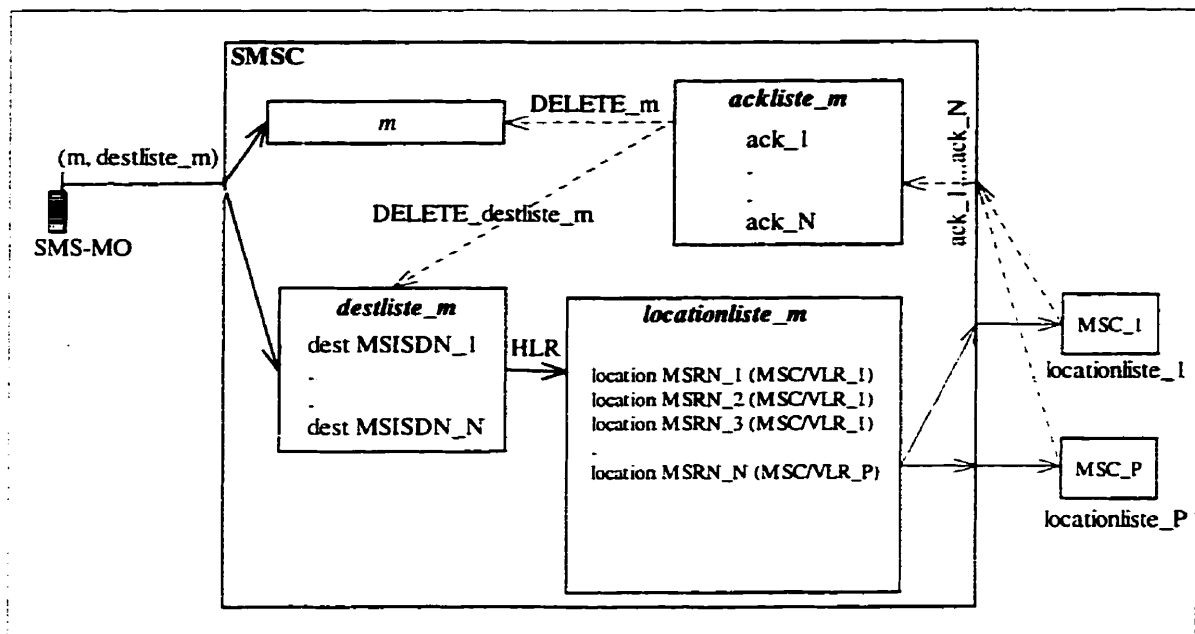


Figure 5.5 : Les interactions de la logique du service (MS)² - *partie réseau*

Le « réarrangement » des adresses a lieu dans la liste *locationliste_m* en fonction des locations des terminaux mobiles par rapport aux centres de commutation MSC/VLR. Ainsi, les listes (*locationliste_1*, ..., *locationliste_P*) sont créées. Chaque liste *locationliste_K*, avec $K = \{1, 2, \dots, P\}$, contient les adresses *MSRN_J*, avec $J = \{1, 2, \dots, N\}$, et à chaque liste est associée l'adresse d'un commutateur MSC/VLR. Le SMSC envoie le message *m* à chaque commutateur MSC/VLR_I accompagné par la liste de distribution *locationliste_K*. Les messages de confirmation de réception *ack_1*, ..., *ack_N* sont insérés dans la liste *ackliste_m*. Quand toutes les confirmations de réception sont reçues, le message *m* et la liste des destinations *destliste_m* sont effacés.

5.2.2.2 L'architecture physique du réseau (MS)²

L'architecture physique d'un réseau et l'architecture des protocoles de communications utilisées dans le réseau permettent aux terminaux connectés d'échanger des informations à travers le réseau [86, 93, 94]. La figure 5.6 présente l'interconnexion entre les entités physiques spécifiques aux réseaux téléphonique commuté, cellulaire et Internet, qui contribuent à l'exécution du service (MS)².

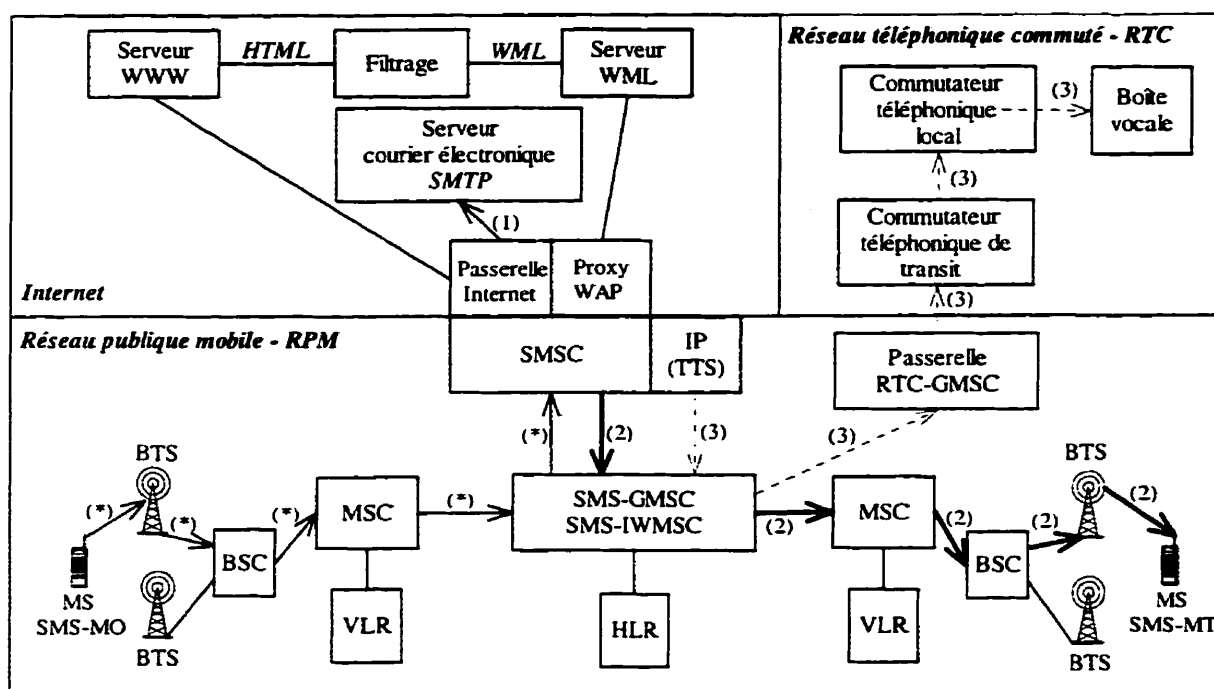


Figure 5.6 : L'architecture du réseau (MS)²

L'architecture du réseau public mobile (RPM) est décrite en termes des entités réseau (exemples : « *Home Location Register - HLR*, *Visitor Location Register - VLR*, *Mobile-services Switching Center - MSC*, *Base Station System - BSS* »), et des interfaces correspondantes entre les entités réseau, dans la norme GSM 03.02 [63]. Dans le cadre de l'architecture réseau que nous considérons, nous supposons que pour chaque MSC nous avons associé un VLR unique.

Le service de base SMS suppose l'existence d'un centre de traitement SMSC pour chaque réseau cellulaire. Les terminaux qui sont capables d'envoyer et de recevoir des messages SMS ont l'adresse réseau du centre SMSC enregistrée dans leur mémoire. Ainsi, au moment d'utilisation du service SMS, le terminal source établit automatiquement la connexion avec le SMSC qui se trouve à l'adresse réseau pré-enregistré au terminal. Les messages envoyés par le terminal source sont routés à l'aide du centre de commutation MSC visité, vers le SMSC. Le SMSC enregistre les messages et déclenche la procédure d'identification de l'utilisateur destinataire.

Pour l'appel d'origine SMS-MO, le chemin marqué (*) dans la figure 5.6, la communication entre le terminal mobile MS et le centre SMSC est assurée par la passerelle d'interconnexion IWMSC. La passerelle IWMSC dirige les messages courts vers le centre SMSC. Une fois qu'un message est reçu, le SMSC commence la procédure de consultation du profile de service du destinataire. La communication entre le SMSC et la base de données HLR (où on trouve les profils des utilisateurs du réseau cellulaire) est assurée par la partie « *Mobile Application Part - MAP* » [57] à l'aide de la pile des protocoles SS7. Les renseignements sur les services auxquels le destinataire a souscrit ainsi que les paramètres du chaque service sont envoyés par la suite au centre SMSC pour analyse.

Le centre SMSC pourrait être intégré dans l'architecture du noeud des services « *Mobile Service Node - MSN* » défini par Ericsson [29]. Le noeud MSN dans un réseau mobile assure les mêmes fonctions qu'un point de commutation et de contrôle des services SSCP dans le réseau téléphonique commuté. En plus, nous proposons l'ajout des fonctions de création et de vérification de nouveaux services « *Service Creation Environment Functions - SCEF* » ainsi que des fonctions de gestion des services « *Service Management Function - SMF* » au niveau du SMSC. Les fonctions SMF permettent d'assurer la provision du service (MS)² pour l'ensemble du réseau. Ces fonctions identifient les éléments spécifiques au plan fonctionnel de distribution d'un réseau intelligent, tel que présenté au paragraphe 2.1.4.3.

En fonction des paramètres du service (MS)² reçus, le SMSC exécute la logique du service tel que présenté au paragraphe 5.2.2.1. Si l'utilisateur destinataire est abonné au service (MS)² et la liste des membres du groupe multicast contient toutes les adresses possibles (soit celles de courrier

électronique et boîte vocale) le SMSC exécute la logique du service multicast SMS - *partie utilisateur*.

Si le terminal émetteur SMS-MO désire envoyer un message m vers plusieurs adresses de groupe ($card(destliste_m) > 1$), la logique du service $(MS)^2$ - *partie réseau* sera exécutée.

Pour l'implantation du multicast, nous proposons le type de connexion point-à-multipoint défini dans le modèle de multicast Internet. Ce type de connexion est introduit par un modèle en deux couches, *multicast - unicast*, tel que présenté à la figure 4.3 au paragraphe 4.1.1.

La couche *multicast* agit au niveau du SMSC et elle est en charge du contrôle de l'établissement des connexions unicast, de la conversion de formats des messages, du transfert unicast des messages et de la libération des connexions unicast. En ce qui concerne l'exécution de la logique du service $(MS)^2$ - *partie utilisateur*, la couche multicast a une implantation locale, est elle ne fait pas intervenir d'autres éléments de réseau dans le traitement et l'envoi des messages courts aux adresses de courrier électronique et de la boîte vocale.

Toutefois, pour l'envoi des messages multicast SMS à travers le réseau public mobile, l'exécution de la logique du service $(MS)^2$ - *partie réseau* s'impose. Ceci demande l'introduction d'une couche multicast (appelé MCAST) destinée à la messagerie $(MS)^2$ dans chaque entité réseau, soit aux terminaux mobiles capables $(MS)^2$, aux centres de commutation MSC et au centre de traitement des messages SMSC.

La couche *unicast* est basée sur l'architecture standard des protocoles définie par la norme GSM 03.40 [52] et assure les communications entre le SMSC et les terminaux de destination à travers le réseau public mobile, l'Internet et le réseau téléphonique commuté.

La couche multicast commande l'établissement des trois connexions entre le SMSC et les terminaux qui se retrouvent sur la liste du groupe multicast. Les chemins suivis par les messages courts sont marqués par (2) pour la connexion cellulaire, (1) pour l'envoi du courrier électronique et (3) pour le message transmis au boîte vocale.

Dans le cas du chemin (2) dans la figure 5.6 la passerelle GMSC est empruntée pour le transport des messages. Le routage des messages et l'identification du terminal destinataire représente la tâche des éléments réseaux qui se trouvent sur le chemin (2), soit : GMSC-HLR et le MSC-VLR (visité par le terminal mobile). La communication entre les centres de commutation GMSC et le MSC visité est décrite par les normes GSM 03.40 [52] et GSM 09.02 [57] et n'est pas affectée par les caractéristiques du service (MS)².

Pour les deux autres types de communications, soit les chemins (1) et (3), le SMSC fournit des éléments d'adaptation entre le format d'un message court et les formats caractéristiques du courrier électronique et celui de la boîte vocale. Ainsi, l'architecture fonctionnelle du SMSC prévoit une passerelle Internet et un périphérique intelligent IP qui est en charge avec la conversion texte - voix d'un message. Pour la conversion texte - voix, nous pouvons considérer le système de synthèse multilingue « *Multilingual Text-To-Speech Synthesis - TTS* » réalisé par le centre de recherche en télécommunications Bell-Labs [95]. Les modules de conversion font partie de l'architecture matérielle et logicielle du centre SMSC. L'élément de réseau RTC-GMSC est utilisé comme passerelle entre le réseau publique mobile et le réseau téléphonique commuté.

Les protocoles et l'architecture des protocoles qui assurent l'arrivée des messages à la destination finale sont présentés au paragraphe 5.2.2.3.

5.2.2.3 Les protocoles et l'architecture des protocoles (MS)²

L'architecture des protocoles du service (MS)² offre le support de communication pour les trois types de chemins (représentés à la figure 5.6) empruntés par les messages courts au niveau de la couche unicast. La norme GSM 03.40 spécifie le protocole pour la couche de transfert des messages « *Short Message Transfer Layer - SM-TL* », les services offerts par SM-TL au terminal SMS et au centre SMSC, ainsi que les services offerts par la couche « *Short Message Relay Layer - SM-RL* » au SMSC. Les fonctions assurées par les couches SM-TL et SM-RL sont équivalentes à celles offertes par les couches session, présentation et application du modèle OSI [20].

A. L'architecture des protocoles (MS)² - RPM

La spécification du service (MS)² met l'accent plutôt sur les services offerts par la couche multicast au centre SMSC. Toutefois, nous présentons les trois facettes de l'architecture générale des protocoles qui nous permettent de définir le fonctionnement du service (MS)².

La figure 5.7 présente l'architecture des protocoles utilisé pour la partie de la connexion (MS)² à l'intérieur du réseau public mobile.

La couche MCAST au niveau des terminaux mobiles est en charge de l'établissement et de la libération des communications multicast. Ainsi, la couche MCAST gère l'envoi des informations nécessaires au traitement des appels multicast, soit (*m, destliste_m*), au centre SMSC.

La couche MCAST implantée dans les centres de commutation MSC/VLR s'occupe (1) du transport des messages et des adresses de destination, et (2) de la diffusion des messages aux adresses spécifiés dans les listes de type *locationliste_K* transmises par le SMSC.

Le fonctionnement de la couche MCAST au niveau du centre SMSC est basé sur l'exécution de la logique du service (MS)² - *partie utilisateur* ou (MS)² - *partie réseau*.

La couche SM-AL est implantée au niveau des terminaux mobiles, capable d'envoyer ou de recevoir des messages SMS. Cette couche ne fait pas l'objet de la normalisation GSM. Au niveau de la couche application SM-AL, nous proposons l'utilisation de la couche NBS, présentée dans l'architecture de messagerie intelligente au paragraphe 3.2.1, qui, ensemble avec l'interface « *socket* », permet l'accès pour plusieurs autres applications aux services de transport offerts par les couches inférieures du service SMS/PP. La couche NBS permet l'ajout des nouvelles applications aux terminaux mobiles et permet aussi l'exécution des applications pour lesquelles la norme GSM 03.40 définit les identificateurs de protocole (« *TP-Protocol-Identifier TP-ID* ») à utiliser par la couche SM-TL. Dans la spécification du service (MS)² nous analysons les fonctions du service de messagerie.

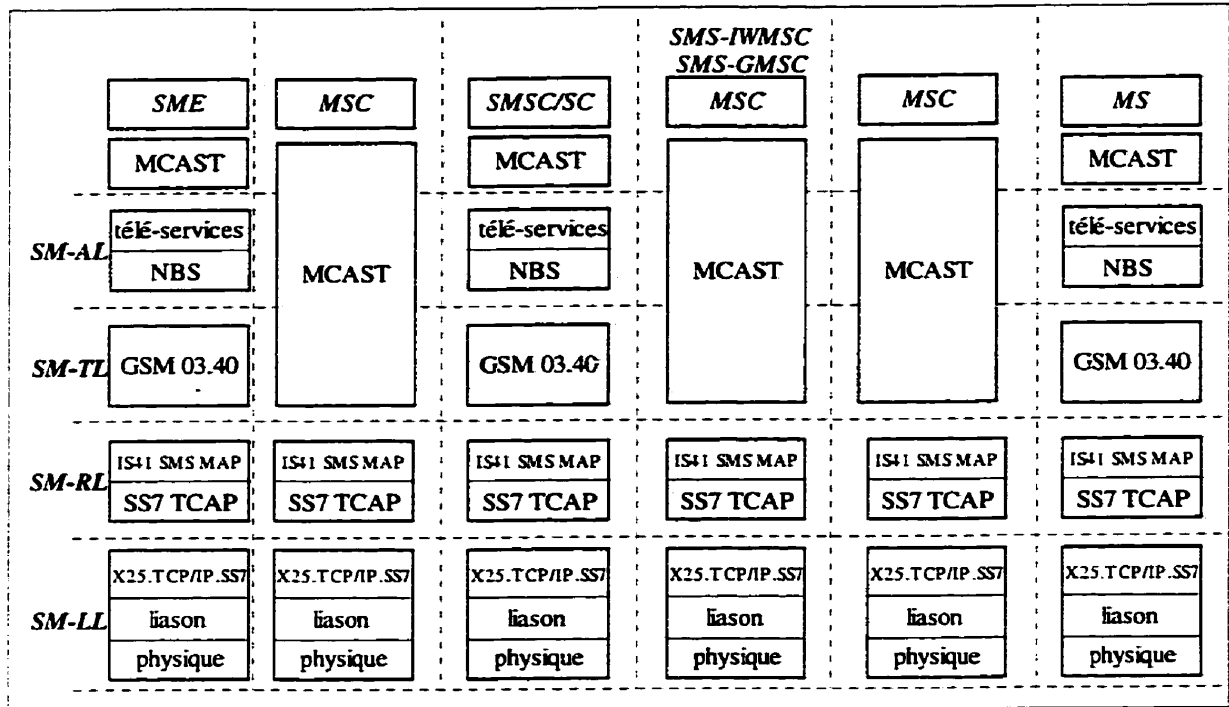


Figure 5.7 : L'architecture des protocoles pour les connexions (MS)² - RPM

La couche SM-AL utilise les services de transfert offerts par la couche SM-TL, présentés au paragraphe 3.1.2.1. Pour garder la trace des messages et la trace des rapports sur les messages, les primitives entre les couches SM-AL et SM-TL contiennent un identificateur de message « *Short Message Identifier - SMI* » qui représente le nombre de référence pour le message associé avec la primitive. Cet identificateur est aussi échangé entre les couches SM-TL et SM-RL mais il n'est pas transporté entre les entités réseau, ce qui peut générer deux numéros de référence SMI différents au MS et au SMSC pour le même message [52].

Plusieurs types de numéros et des identificateurs de plan de numérotage sont supportés par la couche SM-TL, comme défini par la norme GSM 03.40 [52]. Comme types de numéros, la couche SM-TL reconnaît les indicatifs internationaux, nationaux, ainsi que les numéros spécifiques des réseaux et les numéros des utilisateurs qui utilisent ces réseaux.

La couche SM-TL supporte les plans de numérotage suivants [52]:

- RNIS/plan de numérotage téléphonique (E.164/E.163) [96, 97] ;
- le plan de numérotage utilisé par les réseaux publics des données (X.121) [98];
- le plan de numérotage du réseau télex ;
- les plans de numérotage national ;
- le plan de numérotage ERMES (ETSI DE/PS 3 01-3).

Pour les connexions dans le réseau public mobile et avec le réseau téléphonique commuté le service (MS)² utilise le plan de numérotage téléphonique.

Un autre paramètre géré par la couche SM-TL est l'identificateur de protocole « *TP-Protocol-Identifier TP-ID* » qui permet de référer le protocole utilisé par une certaine application dans la couche SM-AL. L'élément de l'information qui contient le TP-ID occupe un champ particulier dans les types de messages SMS-SUBMIT, SMS-DELIVER et SMS-COMMAND [52]. Il y a plusieurs types d'identificateur de protocole reconnue par la couche SM-TL, comme celles pour les applications télex, fac-similé, téléphonie, télé-avertisseur, ERMES, vidéotex, messagerie X.400 et courrier électronique Internet. Le service SMS a un ensemble de TP-ID réservés, qui seront utilisés par le nouveau service (MS)² pour les connexions de type terminal SMS - centre SMSC.

Les protocoles utilisés pour fins de signalisation et transport des données par les couches SM-RL et SM-LL sont couramment implantés dans les réseaux cellulaires tel que décrits dans la littérature [29, 64, 99].

B. L'architecture des protocoles (MS)² - Internet

L'architecture des protocoles utilisée par le type de connexion (MS)² - Internet (figure 5.8) est identique avec celle présentée dans le paragraphe précédent pour la partie d'origine de l'envoi d'un message court (le chemin SME - MSC - SMSC). La sous-couche NBS est présente au SME et au SMSC. Toutes les autres couches qui offrent des services de transport aux applications présentes dans la sous-couche télé - services sont identiques aux celles décrites dans le sous - paragraphe A.

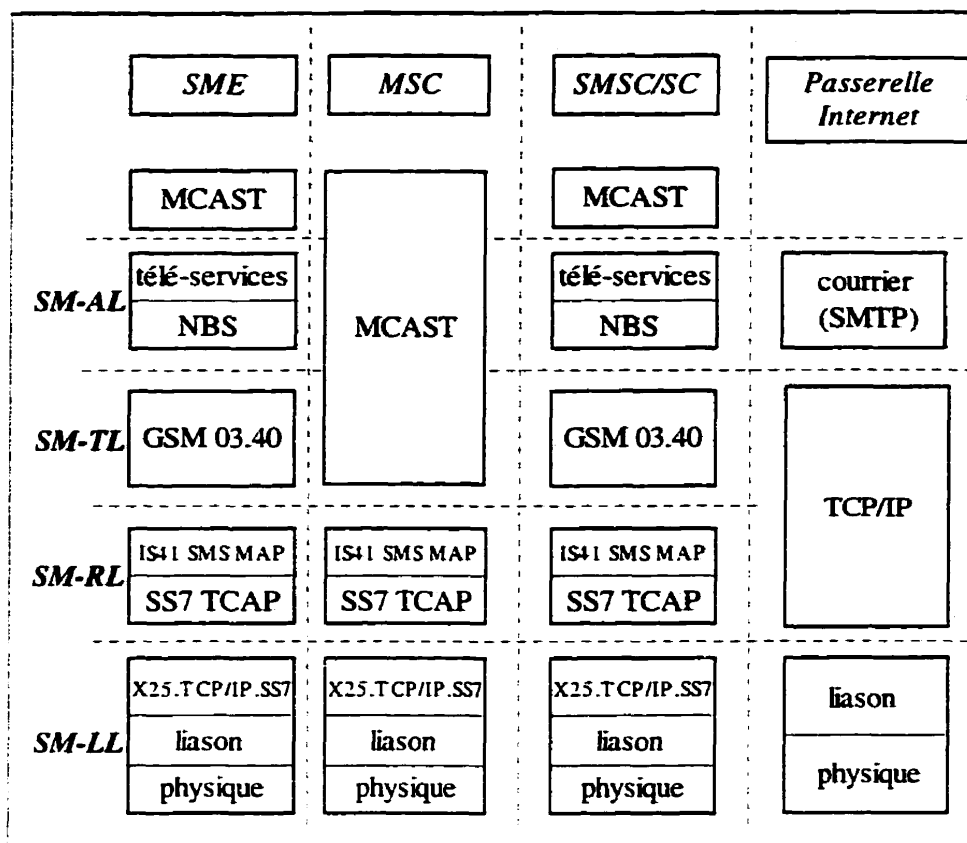


Figure 5.8 : L'architecture des protocoles pour les connexions (MS)² - Internet

La particularité de ce type de connexion est représentée par l'adaptation de protocole réalisé par le centre SMSC.

Une fois que le SMSC a enregistré un message court, il vérifie les paramètres de service spécifiés par l'utilisateur destinataire. Si l'adresse de courrier électronique se trouve dans la liste de groupe multicast, la couche multicast du (MS)² commande l'activation de l'application courrier électronique qui utilise le protocole « *Simple Mail Transfer Protocol - SMTP* ». Le courrier qui contient le message enregistré au SMSC est envoyé par la suite à l'adresse spécifiée dans la liste de groupe multicast.

C. L'architecture des protocoles pour les connexions (MS)² - RTC

Pour ce type de connexion, la partie SME - MSC - SMSC de l'architecture des protocoles (MS)² - RTC (figure 5.9) est identique avec l'architecture présentée dans les sous - paragraphes précédentes (A et B). La particularité de cette connexion est représentée par le module de conversion texte - voix. Ce module fait l'adaptation du format d'un message court pour le transport à travers le réseau téléphonique commuté.

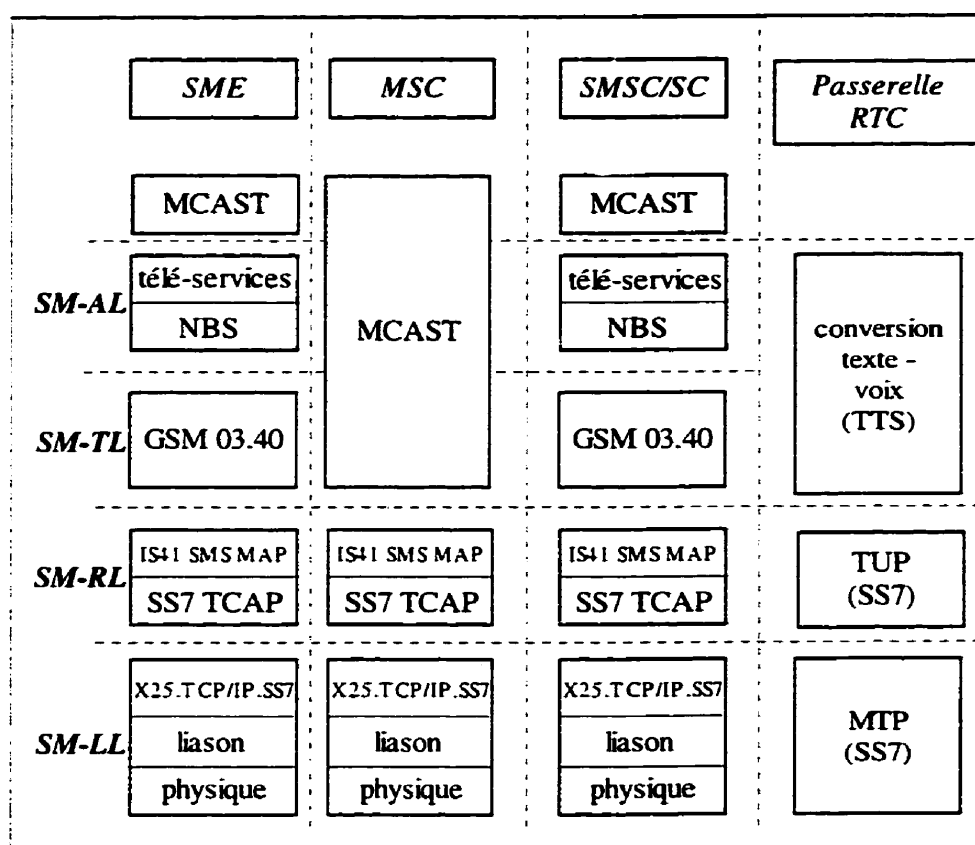


Figure 5.9 : L'architecture des protocoles pour les connexions (MS)² - RTC

La partie de signalisation du réseau téléphonique commuté est assurée par la pile des protocoles SS7 (les parties « *Telephony User Part - TUP* » et « *Message User Part - MTP* »).

5.2.2.4 La spécification du service (MS)² à l'aide de « *Message Sequence Charts - MSC* »

La spécification du service (MS)² à l'aide de MSC représente essentiellement la spécification des scénarios de fonctionnement du service. La composition de ces scénarios en MSC fournit la spécification formelle complète du service (MS)², présentée dans l'annexe B du mémoire sous la forme MSC/GR. La spécification équivalente de point de vue sémantique MSC/PR a été générée automatiquement à partir de la spécification MSC/GR sous ses deux formes (orientée événement et orientée instance), et est insérée dans l'annexe C du mémoire.

L'activité de spécification du comportement du service (MS)² commence par l'*identification des blocs du système SDL* « MS2_service ». Les blocs SDL (correspondantes aux instances MSC) représentent les entités physiques de l'architecture du réseau (MS)² décrite au paragraphe 5.2.2.2, figure 5.6. La figure 5.10 (identique à la figure B.1 de l'annexe B), présente les blocs qui ont été déclarés dans le système SDL « MS2_service », soit SMS_GMSC, SMS_SC, SMS_IWMSC, SMS_MO, SMS_MT, Passerelle_Internet, Passerelle_RTC_GMSC, HLR, VLR et MSC.

Les diagrammes MSC décrivent le comportement du service (MS)² à l'aide de la définition des échanges des messages entre les blocs qui appartient au système SDL « MS2_service ». Toutefois, le développement de la spécification SDL du service (MS)² ne faisant pas l'objet du mémoire, nous n'avons pas définis la structure des blocs SDL en termes des processus.

Le tableau B.1 de l'annexe B, présente l'association (« *association* ») entre le système SDL « MS2_service » et le HMSC « MS2_SERVICE » qui spécifie le comportement du service (MS)². Le tableau B.1 présente aussi les dépendances existantes entre les diagrammes HMSC et les diagrammes MSC qui les composent. L'association système SDL - diagramme HMSC signifie que le diagramme HMSC « MS2_SERVICE » décrit le comportement du système SDL « MS2_service ».

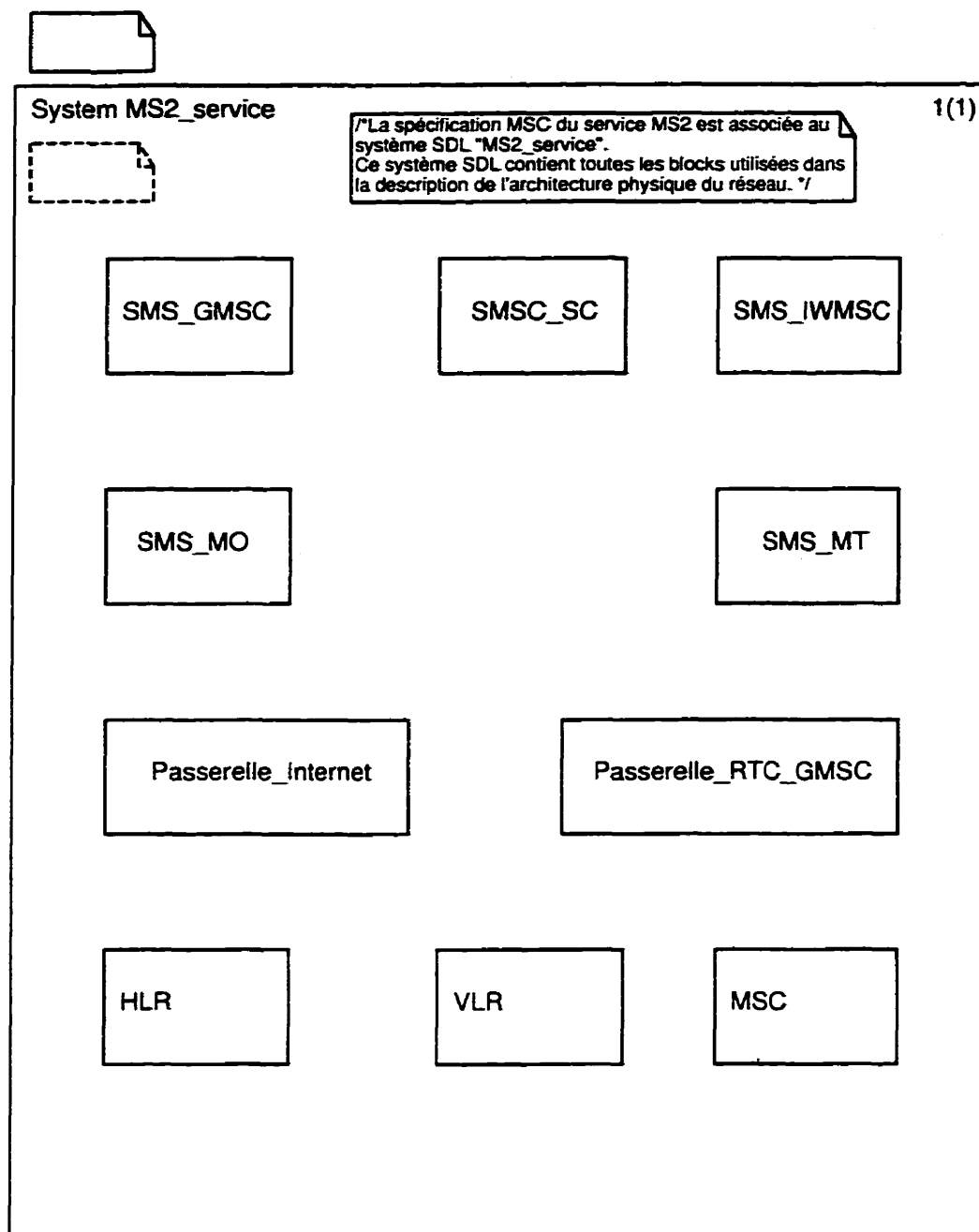


Figure 5.10 : Le système SDL MS2_service

Le symbole de dépendance (« *dependency* ») indique qu'un document HMSC dépend d'un autre document MSC ou qu'un document SDL dépend d'un autre document MSC [90, 91]. Les deux symboles, d'association et de dépendance, sont présentés dans la figure 5.11.

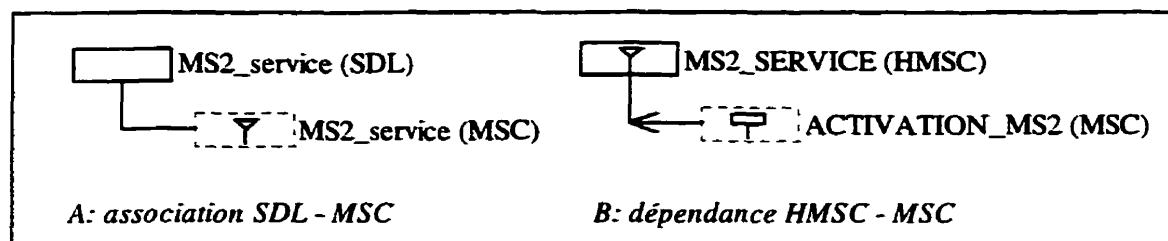


Figure 5.11 : Les symboles d'association et de dépendance en SDT 3.3

Le document (diagramme) HMSC « MS2_SERVICE » dépend du document MSC « ACTIVATION_MS2 » dans le sens où l'HMSC doit être ré - analysé chaque fois que le document MSC est mis - à - jour. Le tableau B.1 présente la structure des diagrammes MSC à l'aide des symboles de dépendance entre les documents HMSC et MSC, et il offre à la fois un aperçu de la spécification formelle complète du système. Les diagrammes HMSC sont composés par des diagrammes MSC. Ainsi, l'HMSC « MS2_SERVICE » est décrit par la composition des MSC et HMSC suivants : « ACTIVATION_MS2 », « CONFIRMATION_SMS_MT », « DEACTIVATION_MS2 », « DEMANDE_MS2 », « REFUS_MS2 », « EXECUTION_MS2 » et « IDENTIFICATION_MS2 ». Similaire, les HMSC « IDENTIFICATION_MO », « EXECUTION_MS2 » et « LOGIQUE_MS2_RESEAU » décrivent la composition de MSC et HMSC qui y sont connectés à l'aide du symbole de dépendance.

Le reste de l'annexe B, c'est-à-dire de la figure B.2 à la figure B.23, représente l'ensemble des diagrammes MSC et HMSC qui spécifient le comportement du service (MS)². Nous présentons en détail l'interprétation opérationnelle d'un HMSC (« MS2_SERVICE ») et d'un MSC (« ACTIVATION_MS2 »). Etant donné que les descriptions des autres diagrammes sont similaires à celles que nous présentons en détail, nous nous concentrons surtout sur la description du service (MS)². L'HMSC « MS2_SERVICE » (les figures 5.12 et B.2) représente la spécification haut niveau du service (MS)² et met l'accent surtout sur les aspects de composition des MSC et HMSC. Le diagramme « MS2_SERVICE » spécifie les deux parties essentielles pour le développement d'un service : (1) la *partie gestion de service* (qui comporte les fonctions du système SMS* de l'architecture physique IN, correspondantes aux activités SLC de création et déploiement du service) et (2) la *partie d'utilisation du service* (exécution de la logique du service).

La partie de gestion de service inclut des références vers les diagrammes MSC suivants : « DEMANDE_MS2 », « ACTIVATION_MS2 », « DEACTIVATION_MS2 » et « REFUS_MS2 ». La partie d'utilisation du service inclut les références HMSC suivants : « IDENTIFICATION_MO », « EXECUTION_MS2 », et la référence MSC « CONFIRMATION_SMS_MT ».

Le diagramme HMSC « MS2_SERVICE » commence par le symbole *START* qui est connecté avec la condition « MS2_inactive ». Cette condition signifie que la logique du service est installée dans la couche MCAST de l'architecture des protocoles (MS)². Pour les HMSC toutes les conditions sont considérées globales et indiquent les états globaux du système. Ces conditions globales sont utilisées à la composition des MSC référés par l'HMSC [100]. La condition « MS2_inactive » est suivie par la référence « DEMANDE_MS2 ». La référence « DEMANDE_MS2 » nous envoie vers le diagramme MSC « DEMANDE_MS2 », présenté dans la figure B.3, qui commence avec la condition globale « MS2_inactive ». La sémantique du MSC [34] prévoit que la condition HMSC qui précède une référence MSC doit être la même que la condition globale du début du MSC (valable aussi pour les conditions HMSC qui suivent une référence MSC) [100]. Après l'exécution du MSC associé à cette référence (voir la sous-section A.2.1), l'HMSC se trouve dans l'état décrit par la condition « MS2_demande », suivie par un point de connexion. Conformément à la sémantique MSC, l'exécution d'une condition ou d'un point de connexion est représentée par une opération vide (représentée dans la sémantique formelle par un ϵ qui représente un processus sans activité [89]). L'exécution d'HMSC continue par la sélection d'une de trois références qui suivent la condition « MS2_demande ». Cette sélection est en effet une composition alternative des trois diagrammes MSC (l'opérateur *alt* est décrit dans la sous-section A.2.1).

Dans cet état, n'importe quel de trois références MSC peut être exécuté. Ainsi, la demande d'activation réseau du service (MS)² peut être acceptée (« ACTIVATION_MS2 ») ou refusée (« REFUS_MS2 »). Il y a aussi la possibilité d'envoyer la commande de de - activation du service (« DEACTIVATION_MS2 ») sans attendre une réponse à la demande d'activation. La référence « DEACTIVATION_MS2 » indique l'exécution du MSC « DEACTIVATION_MS2 » qui commence par la liste des conditions suivante : « MS2_DEMANDE, MS2_ACTIVE ». Ceci permet

la composition des MSC en plusieurs endroits du HMSC. Le processus de sélection et d'exécution des références MSC se répète pour la partie d'utilisation du service.

La partie d'utilisation du service commence par la vérification du profile du terminal SMS-MO (le HMSC référé « IDENTIFICATION_MO » est présenté dans la figure B.7). Après l'identification suit l'exécution de la logique du service (MS)² (référence vers l'HMSC « EXECUTION_MS2 » présenté dans la figure B.12). Avant que l'HMSC revienne dans l'état caractérisé par la condition « MS2_active », le MSC « CONFIRMATION_SMS_MT » est exécuté au moins une fois (s'il s'agit de l'exécution de la logique du service (MS)² - *partie utilisateur*) et au plus P fois (où P représente le nombre des éléments dans la liste *locationliste_m* décrite dans la logique du service (MS)² - *partie réseau*). Le diagramme HMSC « EXECUTION_MS2 » est cyclique et ne contient pas le symbole *STOP*. L'enchaînement des références HMSC et MSC reflètent une hiérarchie des spécifications MSC, tel que présente le tableau B.1 de l'annexe B.

La partie de gestion du service (MS)² commence par l'exécution de la référence « DEMANDE_MS2 ». Le diagramme « DEMANDE_MS2 » référé est présenté dans la figure B.3, est il spécifie l'opération d'envoi de la demande d'activation du service (MS)² par le centre des messages SMSC (qui fait appel ainsi à la fonction SMF décrite au paragraphe 2.1.4.3) aux entités de l'architecture réseau (MS)² (représentés par les blocs SMS_GMSC, SMS_IWMSC, et MSC). Les messages d'activation contiennent comme paramètres les adresses réseau des centres de commutation. Sur la réception de la demande d'activation du service, chaque centre de commutation déclenche un processus d'analyse (dans le diagramme MSC identifié par l'action « ANALYSE_DEM_ACTIV_MS2 ») est décide d'accepter ou de refuser l'activation du service. La description détaillée du processus d'analyse de la demande d'activation est laissée pour l'activité de conception à l'aide du langage SDL. Le résultat de l'analyse décide la composition alternative de deux spécifications MSC, soit le « ACTIVATION_MS2 » et le « REFUS_MS2 ». En effet, il s'agirait plutôt de définir l'ordre d'exécution des diagrammes MSC.

Supposons que les entités réseau décident d'accepter l'activation du service (MS)². Dans ce cas, la prochaine opération de l'HMSC « MS2_SERVICE » est l'exécution de la référence « ACTIVATION_MS2 » qui nous envoie vers la spécification MSC/GR présentée dans la figure

B.4. Dans l'état global « MS2_demande » le centre SMSC déclenche le temporisateur « T_CONF » qui modélise le temps d'attente de messages « Confirmation_Activation_MS2 » de la part des entités du réseau (MS)². Comme les temps d'analyse de la demande d'activation pourrait être différents d'une entité réseau à une autre, et les temps de propagation des messages dans le réseau sont aussi différents, nous utilisons une co-région (élément du langage MSC utilisé pour la spécification des événements non ordonnés tout au long d'une instance) pour modéliser l'arrivée non-ordonnée dans le temps des messages « Confirmation_Activation_MS2 » au centre SMSC. Les fonctions de gestion de services supposent la configuration du service (MS)² en fonction des profils demandés par les utilisateurs du service. Ainsi, dans la figure B.4, les actions qui suivent la co-région s'occupent avec la configuration (spécification de la liste des paramètres « LISTE_PARAM ») et avec l'activation du service (MS)² (soit le changement de l'état opérationnel « OP_MSMS » du service). Le nom d'une action est représenté par un texte arbitraire.

La plate-forme SDT Tau 3.3 nous donne la possibilité de générer automatiquement la spécification MSC/PR pour chaque spécification MSC/GR. Les spécifications MSC/PR (orientées instance ou événements) des tous les diagrammes MSC caractérisant le comportement du service (MS)² sont attachées au mémoire dans l'annexe C. Nous présentons un exemple de spécification MSC/PR orienté instance pour le diagramme « ACTIVATION_MS2 » dans la figure 5.13. Les deux autres diagrammes MSC qui compose la partie gestion du service (MS)², « REFUS_MS2 » (figure B.5) et « DEACTIVATION_MS2 » (figure B.6), utilisent les mêmes éléments du langage MSC et ils peuvent être décrites similaire à la description du « ACTIVATION_MS2 ». Après l'exécution des deux diagrammes, « REFUS_MS2 » et « DEACTIVATION_MS2 », le système retourne dans l'état « MS2_inactive » (situation décrite à l'aide des deux boucles libres - « *free loop* » [34]).

Dans l'HMSC « MS2_SERVICE », la partie d'exécution de la logique du service (MS)² commence avec l'exécution de la référence HMSC « IDENTIFICATION_MO ». Le diagramme HMSC référencé (figure B.7) est une composition des plusieurs MSC, et commence par l'exécution du « VERIFICATION_PROFILE_MO » (figure B.8). En considérant la normalisation actuelle de la partie de signalisation SMS-MO décrite dans la norme de réalisation technique du service SMS [52], la spécification de la procédure de transfert des messages SMS du MAP [57] ou bien la

réalisation technique du contrôle de l'appel de base GSM [101], nous proposons l'introduction d'une étape préliminaire de vérification du profile du terminal d'origine SMS-MO.

```

msc ACTIVATION_MS2:
instance MSC_iblock MSC:
condition MS2_demande:
out Confirmation_Activation_MS2.19 (MSC_adr) to SMS_GMSC_i;
condition MS2_active:
endinstance;

instance SMSC_SC_i:block SMSC_SC:
condition MS2_demande:
set T_CONF,89 () comment 'Le temps d'attente de la confirmation';
concurrent;
in Confirmation_Activation_MS2.17 (SMS_GMSC_adr) from SMS_GMSC_i;
in Confirmation_Activation_MS2.627 (SMS_IWMSC_adr) from SMS_IWMSC_i;
in Confirmation_Activation_MS2.226 (MSC_adr) from SMS_GMSC_i;
timeout T_CONF,89;
endconcurrent;
action 'CONFIGURATION_MS2' comment 'Ajout/Suppression des utilisateurs du service MS2';
action 'LISTE_PARAM'::=[<ADR_MCAST>][<LISTE_UCAST>];
action 'ADR_MCAST'::=<ADR_CELL>;
action 'ADR_CELL'::=MSISDN;
action 'LISTE_UCAST'::=[ADR_E_MAIL][ADR_TELEPH];
action 'OP_MSMS'::=active | inactive comment 'Changement de l'etat operationnel';
condition MS2_active:
endinstance;

instance SMS_GMSC_i:block SMS_GMSC:
condition MS2_demande:
out Confirmation_Activation_MS2.17 (SMS_GMSC_adr) to SMSC_SC_i;
in Confirmation_Activation_MS2.19 (MSC_adr) from MSC_i;
out Confirmation_Activation_MS2.226 (MSC_adr) to SMSC_SC_i;
condition MS2_active:
endinstance;

instance SMS_IWMSC_i:block SMS_IWMSC:
condition MS2_demande:
out Confirmation_Activation_MS2.627 (SMS_IWMSC_adr) to SMSC_SC_i;
condition MS2_active:
endinstance;

endmsc;

```

Figure 5.13 : Exemple de spécification MSC/PR orientée instance

Ainsi, le SMS-MO demande au centre SMSC la permission d'utilisation du service (MS)². Pourtant, il se peut que l'accès au réseau soit refusé par le centre de commutation MSC/VLR visité

[57]. Pour gérer cette situation nous avons introduit la référence « *exc* ERREUR_MS2 » (figure B.11) qui sera exécutée comme une exception (décrite dans la sous - section A.2.1) par rapport au comportement normal de la logique du service (MS)². Après l'envoi du message d'erreur au terminal SMS-MO (figure B.11), le HMSC « MS2_SERVICE » retourne dans l'état « MS2_active ». Le SMSC peut valider (figure B.9) ou invalider le profile SMS-MO (figure B.10). Dans le cas d'une validation (comportement décrit dans le diagramme « MSC_MO_VALIDE »), le HMSC « MS2_SERVICE » passe dans l'état « MS2_init » et continue avec l'exécution de la référence HMSC « EXECUTION_MS2 » (figure B.12). Le diagramme « EXECUTION_MS2 » commence par l'exécution de la référence « ANALYSE_SMS » (figure B.13) qui décrit la soumission du message m et de la liste des destinataires par le terminal SMS-MO, conformément à la norme GSM 03.40 [52]. L'ordre d'exécution des deux diagrammes (« LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR » et « LOGIQUE_MS2_RESEAU ») qui sont les opérandes de la première composition alternative dans l'HMSC « EXECUTION_MS2 », est décidé par la valeur du paramètre « Card_destliste_m » (présenté au paragraphe 5.2.2.1). S'il s'agit d'une seule adresse de destination, la référence « LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR » sera exécutée (figure B.14).

Le MSC « LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR » ensemble avec les diagrammes « ANALYSE_ADR_TELEPH » (figure B.15), « ANALYSE_ADR_E_MAIL » (figure B.17), « ENVOI_SMS_ADR_TELEPH » (figure B.16), « ENVOI_SMS_ADR_E_MAIL » (figure B.18) et « EXECUTION_SMS_MT_UTILISATEUR » représentent la description du comportement de la logique du service (MS)² - *partie utilisateur*, présentée dans le paragraphe 5.2.2.1. Le MSC « LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR » décrit la récupération du profile d'utilisateur destinataire SMS-MT par le centre SMSC. Les diagrammes qui analysent les adresses de courrier électronique et de l'adresse téléphonique de la boîte vocale, contiennent des actions d'identification des adresses ou des champs vides (« *NIL* »). Si les champs des ces adresses ne sont pas vides, les diagrammes MSC « ENVOI_SMS_ADR_TELEPH » et « ENVOI_SMS_ADR_E_MAIL » décrivent l'envoi des messages SMS vers les passerelles du réseau téléphonique et de l'Internet. Le MSC « EXECUTION_SMS_MT_UTILISATEUR » (figure B.19) présente le comportement de la procédure de transfert du message SMS vers le terminal de destination SMS-MT, est il est conforme aux normes GSM [52, 57, 101].

Si l'utilisateur SMS-MO désire d'envoyer des messages SMS vers plusieurs utilisateurs mobiles ($Card_destliste_m > 1$), le HMSC « LOGIQUE_MS2_RESEAU » (figure B.20) du HMSC « EXECUTION_MS2 » est référé. L'exécution du « LOGIQUE_MS2_RESEAU » est similaire à celle du HMSC « EXECUTION_MS2 » avec la remarque que la logique du service (MS)² - *partie utilisateur* (spécifié pour accroître l'accessibilité à travers plusieurs réseaux) est exécutée d'un nombre de fois égale à « Card_destliste_m ». En ce qui concerne la description de la caractéristique d'utilisation efficace des ressources réseau par le service (MS)², le comportement du service (MS)² - *partie réseau* est décrite par le MSC « EXECUTION_LOGIQUE_MS2_RESEAU » (figure B.21), qui présente les activités de mise-à-jour de la liste des locations des terminaux SMS-MT et le regroupement de adresses des ces terminaux en fonction de leur changement de position. Le diagramme MSC « EXECUTION_SMS_MT_UTILISATEUR » a été adapté pour la livraison des messages SMS vers plusieurs terminaux SMS-MT. Le nouveau diagramme « EXECUTION_SMS_MT_RESEAU » est présenté dans la figure B.22.

« CONFIRMATION_SMS_MT », le dernier diagramme qui est référencé dans l'HMSC « MS2_SERVICE » est représenté dans la figure B.23 et il décrit les processus d'acquisition des confirmations de réception des messages par le centre SMSC et d'effacement des messages et des adresses de destination. Une fois l'exécution du MSC « CONFIRMATION_SMS_MT » terminée, l'HMSC « MS2_SERVICE » revient dans l'état « MS2_active » d'où la partie d'exécution du service (MS)² peut recommencer.

5.3 L'analyse des interactions possibles

Nous n'avons pas identifié beaucoup des travaux sur l'analyse des interactions entre les services spécifiques aux réseaux mobiles et nous n'avons pas l'intention de définir des nouvelles méthodes de détection et résolution, mais plutôt de faire une analyse haut niveau des possibles interactions. Il est très important d'identifier et de classier les causes qui pourraient générer des interactions le plus tôt possible dans le processus de création des services. Cette analyse haut niveau peut alléger le travail de détection et résolution des interactions pendant les activités qui suivent celles d'analyse des besoins et de spécification (EURESCOM P509 [45]).

Notre analyse *haut niveau* des interactions met l'accent sur la détection des interactions possibles (identification et classification des causes [11]) et laisse la résolution des interactions comme la tâche d'une analyse des interactions *bas niveau* pendant l'activité de conception du service (MS)². L'analyse des interactions, que nous avons faite pendant les activités d'analyse des besoins et de la modélisation du comportement du service (MS)² est similaire à l'approche de traitement des interactions décrite par Magill, Tsang et Kelly, soit la détection « *off-line* ».

Principalement, les causes qui pourraient générer des interactions entre le service (MS)² et les télé-services existants dans le réseau sont similaires aux causes qui influencent la qualité de service - QoS offerte en général par les réseaux mobiles.

Ainsi, nous pouvons mentionner :

1. les limitations en terme des canaux d'accès au réseau disponibles dans la zone de couverture d'un commutateur MSC (« *MSC area* »), qui pourrait empêcher l'accès au service (MS)² ou l'interruption du service;
2. relié aussi à la QoS, les erreurs de propagation et les délais qui pourraient générer de demandes de ré-transmission des messages.

Comme indications pour la résolution des possibles interactions générées pendant l'activité de conception, nous pouvons donner l'utilisation de la théorie des contrôleurs (tableau 2.2), qui pourrait être utilisée ensemble avec une politique d'allocation des priorités à l'exécution des services. Ca pourrait être considérée comme une solution de résolution des interactions et aussi comme une solution pour assurer une certaine qualité de service, en fonction d'un contrat de dégradation acceptable du service (spécifié par les paramètres du profile utilisateur) entre l'utilisateur et l'opérateur réseau. Pourtant, la résolution des interactions de type « qualité de service » dans les réseaux mobiles n'est pas un problème trivial. Il s'agirait principalement d'étudier les particularités de la QoS spécifiques aux réseaux mobiles et de définir les paramètres qui décrivent la QoS [102, 103], et il sera encore plus difficile de modéliser la qualité offerte par un service qui est offerte à travers trois réseaux de commutation, avec des caractéristiques différentes.

Nous considérons que pour éviter des possibles interactions pendant l'activité de conception (la définition de la structure du service (MS)² à l'aide de langage SDL), l'attention doit être accordée aux modélisations des compositions alternatives (par exemple la composition alternative présente dans le diagramme HMSC « EXECUTION_MS2 », présenté dans la figure B.12, entre le MSC « LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR » et l'HMSC « LOGIQUE_MS2_RESEAU »). Dans le langage MSC, le choix fait à l'intérieur d'une référence n'est pas visible dans le document MSC qu'il réfère et ca peut générer des confusions quand il faut décider l'ordre d'exécution des MSC.

Les services déjà existants dans le réseau, dont le fonctionnement ensemble avec (MS)² pourrait générer des interactions sont le SMS/PP et le SMS/CB.

A. Interactions entre (MS)² et SMS/PP

Un utilisateur du service (MS)² peut être à la fois un utilisateur du service SMS/PP. Apparemment, entre les deux services il y a plutôt une interaction souhaitée, dans le sens où le service (MS)² utilise des éléments qui font partie de la logique du service SMS/PP (identifiés dans le MSC EXECUTION_SMS_MT_UTILISATEUR, figure B.19, ou dans le MSC EXECUTION_SMS_MT_RESEAU, figure B.22). Pourtant, si un utilisateur désire que les deux services soit actifs en même temps, on pourrait être confronté avec l'apparition des interactions. Supposons que une de deux logiques de service est engagée dans un transfert (multiple ou non) des messages à un moment donné (c'est-à-dire, le centre SMSC indique au SMS-GMSC qu'il a plusieurs messages à transmettre). Si, pendant ce temps ci, l'autre logique de service doit s'exécuter pour délivrer un message, le SMS-GMSC peut retourner au SMSC deux possibles indications d'erreur [52] : (1) *MS occupé* avec la procédure SMS-MT (délivrance d'un autre message par exemple), et (2) *la capacité de mémoire du terminal SMS-MT dépassé* (le paramètre MCEF - « Mobile-Station-Memory-Capacity-Exceeded-Flag » du HLR passé à la valeur vrai). Dans ce cas, l'exécution de la deuxième logique du service est bloquée, ce qui peut avoir comme conséquence l'essai de retransmission du message (l'utilisation inefficace des ressources du SMSC et SMS-GMSC suite à la retransmission des indications « MAP_Demande_Info_Routage » et « MAP_Transfert_SMS_MT », voir la figure B.19) ou même la perte du message. L'utilisation des

priorités pour l'exécution de deux services $(MS)^2$ et SMS/PP pourrait constituer une amélioration des effets provoqués par ce genre d'interactions.

B. Interactions entre $(MS)^2$ et SMS/CB

Par rapport à la combinaison des services $(MS)^2$ et SMS/PP, il n'y a pas d'interactions souhaitées entre les services $(MS)^2$ et SMS/CB. Similaire au cas précédent, $(MS)^2$ - SMS/PP, nous pourrions rencontrer le même type d'interaction. Cependant, dans le cas du service SMS/CB les messages sont diffusés périodiquement avec une fréquence et une durée spécifiées par le fournisseur de l'information, ce qui rend le service SMS/CB plus robuste de point de vue de la délivrance des messages.

Cette brève analyse des possibles interactions offre quelques indications pour l'activité de conception et pour celle de résolution des interactions pendant l'activité de conception. Pourtant, des interactions peuvent apparaître durant les activités de l'environnement d'exécution du service $(MS)^2$ (pendant les activités d'installation ou d'activation par exemple). Pour l'analyse efficace des ces interactions, les méthodes de détection et résolution « *on - line* » pendant les activités de l'environnement d'exécution des services SEE [46] sont le plus appropriés.

CHAPITRE VI

CONCLUSION ET TRAVAUX FUTURS

Le mémoire porte sur le développement des nouveaux services dans les réseaux de télécommunications. Pour pouvoir traiter une problématique de telle complexité, nous avons introduit et défini les concepts de service de télécommunications, interactions entre services, réseau intelligent et le cycle de vie des services. Nous avons utilisé tous ces concepts pour la spécification d'un nouveau service, qui s'adresse principalement aux utilisateurs des réseaux mobiles. Le service a été choisi avec l'intention d'intégrer plusieurs des tendances actuelles de recherche et développement dans le domaine des réseaux de télécommunications, soit l'initiative de WAP Forum pour le développement d'une architecture de création des services pour les réseaux mobiles, l'extension de l'accessibilité des terminaux mobiles aux services offerts par d'autres infrastructures réseaux (Internet par exemple), ainsi que la problématique de communication de groupe dans les réseaux mobiles (multicast). Le service multicast SMS - (MS)² que nous proposons, est constitué par deux parties qui ont été spécifiées pour répondre à des besoins différents : (1) *la partie utilisateur*, qui a l'intention d'augmenter l'accessibilité des utilisateurs des différentes infrastructures de messagerie (SMS - GSM, courrier électronique - Internet et boîte vocale - réseau téléphonique commuté), et (2) *la partie réseau*, qui offre la possibilité de transfert efficace des messages SMS à l'aide de la technique multicast. Notre méthodologie de spécification du service (MS)² est basée sur les activités (1) d'analyse des besoins et (2) de la modélisation du comportement du service, qui inclut la modélisation conceptuelle du service, la description de l'architecture réseau et de l'architecture des protocoles, et enfin la spécification du comportement du service. Nous avons considéré que le langage MSC est plus approprié pour la spécification du comportement du service que le langage SDL, que nous le considérons plus utile pour la spécification de la structure du service (l'activité de conception).

Dans le tableau 6.1 nous présentons l'implication des couches de l'architecture des protocoles SS7, des plans IN et des acteurs du SLC dans les activités du cycle de vie des services. Le tableau 6.1 pourrait être très utile dans le processus de développement des nouveaux services et il fait une synthèse des entités fonctionnelles nécessaires pour la création des services à l'aide des réseaux intelligents.

Tableau 6.1 : Les activités du cycle de vie des services⁴

<i>L'activité SLC</i>	<i>Les couches SS7</i>				<i>Les plans IN</i>				<i>Les acteurs du SLC</i>			
	<i>MTP</i>	<i>SCCP</i>	<i>PI</i>	<i>PA</i>	<i>PS</i>	<i>PFG</i>	<i>PFD</i>	<i>PP</i>	<i>D</i>	<i>F</i>	<i>O</i>	<i>U</i>
<i>Analyse des besoins</i>					√				√	√	√	
<i>Spécification</i>					√					√		
<i>Conception</i>					√					√		
<i>Implantation</i>					√	√				√		
<i>Test</i>					√	√				√		
<i>Installation</i>					√	√	√	√			√	
<i>Activation</i>					√	√	√	√			√	
<i>Test d'intégration</i>	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√
<i>Invocation</i>					√						√	
<i>Exécution</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
<i>De - activation</i>					√	√	√	√			√	
<i>De - installation</i>					√	√	√	√			√	

4. MTP = « Message Transfer Part », SCCP = « Signalling Connection Control Part », PI = Partie intermédiaire, PA = Partie application, PS = Plan de service, PFG = Plan fonctionnel global, PFD = Plan fonctionnel de distribution, PP = Plan Physique, D = Demandeur, F = Fournisseur, O = Opérateur, U = Utilisateur

L'éditeur MSC (plate-forme Telelogic SDT Tau 3.3) a permis de développer la spécification MSC/GR du service (MS)². La vérification syntactique et la génération de la spécification MSC/PR ont été faites automatiquement. La plate-forme SDT offre la possibilité de simuler le fonctionnement d'un système à partir d'une spécification SDL, ainsi que de valider (vérifier si la spécification produite correspond aux besoins) l'ensemble des spécifications SDL et MSC d'un système. Ainsi, la validation à l'aide de SDT rend possible la vérification des diagrammes MSC, c'est-à-dire la comparaison entre les traces MSC générées à partir d'une spécification SDL d'un système et les diagrammes MSC qui devrait spécifier le comportement du système. Comme l'objectif du mémoire a été la spécification du comportement du service (MS)², nous avons utilisé le langage MSC sans fournir la spécification SDL du service. Ainsi, nous avons obtenu les fichiers exécutables correspondantes à la simulation (MS2_service_smc.exe) et à la validation (MS2_service_vlc.exe), mais la plate-forme n'a pas permis de réaliser la simulation et la validation du service, et non plus la vérification des diagrammes MSC, sans fournir la spécification SDL du service. Une future spécification SDL du service (MS)² permettrait l'exécution des fichiers de simulation et de validation associées au service.

Comme travail futur, nous envisageons la possibilité d'envoi des messages courts (SMS) vers des appareils télécopieurs, à travers une passerelle appropriée. Bien sur, il serait très intéressant de pouvoir continuer le développement avec les activités de conception (SDL), d'implantation et d'exécution du service (MS)² dans un réseau banc d'essai dédié au développement des nouveaux services. La future spécification SDL doit aussi inclure le traitement des erreurs de fonctionnement du service (MS)². Un réseau banc d'essai permettrait une analyse approfondie des possibles interactions entre le service (MS)² et les services SMS/PP et SMS/CB par exemple.

CHAPITRE VII

BIBLIOGRAPHIE

- [1] EURESCOM, (Décembre 1994), Deliverable 6a, Framework for Service Description with Supporting Architecture, Project EU-P103, Evolution of the Intelligent Network
<http://www.tdr.dk/public/P103/#Documents-Final>
- [2] FEDERAL STANDARD 1037C, (Août 1996), Telecommunications : Glossary of Telecommunications Terms, Préparé par « National Communications Systems - Technology and Standards Division », Publié par « General Services Administration - Information Technology Service », T-5
<http://ntia.its.bldrdoc.gov/fs-1037/>
- [3] KEMPE, L. (Octobre. 1994). A Modular Specification of a Telephone System, Master of Science Thesis, Department of Computer Systems, Uppsala University, Sweden
<ftp://ftp.docs.uu.se/docs/papers/reports/TR94-51.ps.gz>
- [4] Wireless Application Protocol Architecture Specification - Draft Version 0.9 (Septembre. 1997)
<http://www.wapforum.org/docs/arch-09.pdf>
- [5] KIMBLER K., (Juin 1997), Addressing the Interaction Problem at the Enterprise Level, Feature Interactions in Telecommunication Networks IV, Édité par Dini et al., IOS Press, 13 - 22
- [6] VELTHUIJSEN H., (Octobre 1995), Issues of Non - Monotonicity in Feature Interaction Detection, Feature Interactions in Telecommunications III, Édité par K. E. Cheng et T. Ohta, IOS Press, 31 - 42
- [7] KAKUDA Y., INOUE A., ASADA H., KIKUNO T., OHTA T., (Octobre 1995), A Dynamic Resolution Method for Feature Interactions and Its Evaluation, Feature Interactions in Telecommunications III, Édité par K. E. Cheng et T. Ohta, IOS Press, 97 - 114
- [8] GIBSON P., (Juin 1997), Feature Requirements Models : Understanding Interactions, Feature Interactions in Telecommunication Networks IV, Édité par Dini et al., IOS Press, 46 - 60
- [9] THISTLE J. G., MALHAMÉ R. P., H.-H. HOANG, (Juin 1997), Feature Interaction Modelling, Detection and Resolution : A Supervisory Control Approach, Feature Interactions in Telecommunication Networks IV, Édité par Dini et al., IOS Press, 93 - 107
- [10] KIMBLER K., VELTHUIJSEN H., (1995) Feature Interaction Benchmark
<http://www.docs.uu.se/docs/fi/benchmark.ps.gz>

- [11] CAMERON E. J., GRIFFETH N. D., LIN Y.-J., NILSON M. E., SCHNURE W. K., VELTHUIJSEN H., (Mars 1993), A Feature Interaction Benchmark for IN and Beyond, IEEE Communications Magazine, 64 - 69
- [12] TSANG S., MAGILL E. H., KELLY B., (1996), An Investigation of the Feature Interaction Problem in Networked Multimedia Services
<http://www.comms.eee.strath.ac.uk/~stsang/>
- [13] BOWEN T. F., (1988) Views on the Feature Interaction Problem, Bellcore Technical Report TM-ARH-012849, Bellcore Inc.
- [14] ZAVE P., (Janvier 1997) 'Calls Considered Harmful' and Other Observations : A Tutorial on Telephony, AT&T Laboratories, Network Services Research Laboratory
<http://www.research.att.com/~pamela/cch.ps.gz>
- [15] DINI P., BOCHMANN G., (Octobre 1995), Automatic Reconfiguration for Runtime Feature Interaction Resolution in an Object Oriented Environment, Feature Interactions in Telecommunications III, Édité par K. E. Cheng et T. Ohta, IOS Press, 115 - 126
- [16] EBERLEIN A., (1997), Requirements Aquisition and Specification for Telecommunications Services, Ph.D. Thesis, Department of Electrical Engineering, University of Wales, Swansea, U.K.
<http://kona.swan.ac.uk/~eeberle/>
- [17] ITU-T Recommendation I.312 / Q.1201 - Integrated Services Digital Network (ISDN) I.312 / Overall Network Aspects and Functions, ISDN User-Network Interfaces Q.1201 : Principles of Intelligent Network Architecture, (Octobre 1992), Genève
- [18] ITU-T Z.100 - Appendices I and II, SDL Methodology Guidelines, Helsinki, Mars 1993
- [19] GANDILS L. (1994). Trends in Wide Area Paging, Brochure ERICSSON
- [20] GSM 02.03 (ETS 300 905), (Juillet 1997), Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+) : Teleservices Supported by a GSM Public Land Mobile Network (PLMN), version 5.3.1, European Telecommunications Standard Institute
- [21] Smart Messaging Specification - Revision 1.0.0 (Septembre. 1997)
<http://www.forum.nokia.com/nf/concepts/smart>
- [22] KALLSTROM O., (Mars 1997), Internet and Intranet Connections over GSM, ERICSSON Review - The Telecommunications Technology Journal, No. 3 1997, 98 - 103
- [23] Unwired Planet, (Mai 1997), Proposal for a Hand-held Device Markup Language
http://www.uplanet.com/pub/hdml_w3c/hdml_proposal.html

[24] Unwired Planet, (Juillet 1997), HDTP Specification - Version 1.1 Draft

<http://www.uplanet.com/pub/hdtp11.pdf>

[25] OPEN SERVICE NODE : A Service Control System for Intelligent Networks, « White Paper »

publié par Intellitel Communications Ltd. ©

<http://www.intellitel.com>

[26] ITU-T Recommendation Q.700 : Introduction to CCITT Signalling System No. 7, (Novembre 1988), Fascicule VI.7

[27] AUDESTAD J. A. (Février. 1992). An Introduction to Intelligent Networks, Norwegian Telecom Research Magazine, Teletronikk - Intelligent Networks 2.92

<http://www.nta.no/teletronikk/2.92.html>

[28] CSURGAY P. (Juillet 1994). Service Creation and Deployment in an Intelligent Network Laboratory, Master of Science Thesis, Department of Computer Systems and Telematics, University of Trondheim, Norway,

<http://www.idt.unit.no/~csurgay/thesis/>

[29] AXE 10 Survey, (1995), ERICSSON Training Document

[30] STALLINGS W., (1995), Signaling System Number 7, ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM, Prentice Hall, Troisième Edition, 291 - 350

[31] ITU-T Recommendation Q.1208 - General Recommendations on Telephone Switching and Signalling / Intelligent Network : General Aspects of the Intelligent Network Application Protocol, Helsinki, Mars 1993

[32] The AXE Local Exchange (1993), brochure ERICSSON

[33] ITU-T Recommendation Z.100 - Programming Languages : CCITT Specification and Description Language (SDL), (Mars 1993), Genève

[34] ITU-T Recommendation Z.120 - Series Z Programming Languages, Criteria for the use and applicability of Formal Description Techniques : Message Sequence Chart, Genève, Octobre 1996

[35] GROZ R., (Mai 1994), Vérification de protocoles : le point de vue d'un opérateur, BMW-94 Méthodes mathématiques pour la synthèse des systèmes informatiques (tenu dans le cadre du congrès de l'ACFAS-94), Édité par S. Brlek - L.A.C.I.M - U.Q.A.M., 159 - 166

[36] McDERMID J., ROOK P. (1991), Software Development Process Model, Software Engineer's reference Book, Oxford , Butterworth - Heinemann

[37] VESTLI H., NIELSEN R. (Février 1992). The Intelligent Network Service Life Cycle, Norwegian Telecom Research Magazine, Teletronikk - Intelligent Networks 2.92

<http://www.nta.no/teletronikk/2.92.html>

[38] AGGOUN I, COMBES P., (Juin 1997), Observers in the SCE and the SEE to Detect and Resolve Service Interactions, Proceedings of Feature Interactions in Telecommunications Networks IV, éditeurs P. DINI et al., IOS Press, 198-212

[39] HERMODSSON K., (Février 1998), Core Functionality of Requirements Engineering Tools, Master of Science Thesis, Department of Communication Systems, Lund University, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden

<http://www.tts.lth.se/Personal/bjornr/>

[40] TSANG S., (1997), Feature Interactions in Intelligent Networks

<http://www.comms.eee.strath.ac.uk/~stsang/>

[41] TSANG S., MAGILL E. H., (Novembre 1993), Detecting Feature Interactions in the Intelligent Network, Feature Interactions in Telecommunications Systems II, Édité par L.G.Bouma et H.Velthuisen, IOS Press

<http://www.comms.eee.strath.ac.uk/~stsang/>

[42] GERADS D., SSP Feature Interactions with AIN, © AG Communications Systems

<http://www.agcs.com/techpapers/sspfeat.html>

[43] MAGILL E. H., TSANG S., KELLY B., (1996), Feature Interactions in Multimedia Systems - Foundation - First Deliverable, Projet conjoint University of Strathclyde et British Telecom Research Laboratories, U.K.

<http://www.comms.eee.strath.ac.uk/~stsang/>

[44] MAGILL E. H., TSANG S., KELLY B., (Octobre 1996), The Feature Interaction Problem in Networked Multimedia Services : Past, Present and Future - 4th Deliverable (final report), Projet conjoint University of Strathclyde et British Telecom Research Laboratories

<http://www.comms.eee.strath.ac.uk/~stsang/>

[45] CAPELLMANN C., COMBES P., PETTERSSON J., RENARD B., RUIZ J. L., (Juin 1997), Consistent Interaction Detection - A Comprehensive Approach Integrated with Service Creation, Feature Interactions in Telecommunication Networks IV, Édité par Dini et al., IOS Press, 183 - 197

- [46] AGGOUN I., COMBES P., (Juin 1997) Observers in the SCE and the SEE to Detect and Resolve Service Interactions, Feature Interactions in Telecommunication Networks IV, Édité par Dini et al., IOS Press, 198 - 212
- [47] BLOM J., JONSSON B., KEMPE L., (Mai 1994), Using Temporal Logic for Modular Specification of Telephone Services, Proceedings of the Second International Workshop on Feature Interactions in Telecommunications Systems II, Amsterdam, The Netherlands, 197 - 216
- [48] BLOM J., BOL R., KEMPE L., Automatic Detection of Feature Interactions in Temporal Logic, Department of Computer Systems, Uppsala University, Sweden
<http://www.docs.uu.se/~johan/>
- [49] GSM 02.22, (Novembre 1997), Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+) ; Personalisation of GSM Mobile Equipment (ME), Mobile Functionality Specification, version 5.3.0, European Telecommunications Standard Institute
- [50] FREIER A., KARLTON P., KOCHER P., (Novembre 1996), The SSL Protocol - version 3.0, Transport Layer Security Working Group, Internet Draft
<http://home.netscape.com/eng/ssl3/draft302.txt>
- [51] WAP Forum Presentation Briefing
<http://www.wapforum.org/docs/>
- [52] GSM 03.40 (ETS 300 901), (Août 1997), Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+) ; Technical Realization of the Short Message Service (SMS) ; Point-to-Point (PP), version 5.6.0, European Telecommunication Standard Institute
- [53] GSM 03.41 (ETS 300 902), (Août 1997), Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+) ; Technical Realization of the Short Message Service Cell Broadcast (SMSCB), version 5.6.0, European Telecommunication Standard Institute
- [54] GLITHO R., (Juin 1997), Use of SS7 in D-AMPS-Based PCS : Ortoodoxy vs. Heterodoxy, IEEE Personal Communications Magazine, 15 - 23
- [55] GSM 02.04 (ETS 300 918), (Novembre 1997), Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+) ; General on Supplementary Services, version 5.7.0, European Telecommunications Standard Institute
- [56] GSM 03.11 (ETS 300 928), (Mai 1997), Digital Cellular Telecommunications System ; Technical Realization of Supplementary Services, version 5.0.1, European Telecommunications Standard Institute

- [57] GSM 09.02 (ETS 300 974), (Février 1998), Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+): Mobile Application Part (MAP) Specification, version 5.8.0, European Telecommunications Standard Institute
- [58] Short Message Service of GSM Networks, « White Paper » publié par NOKIA ©
<http://www.forum.nokia.com/nf/magazine/papers>
- [59] J. Hämäläinen (Octobre 1996), Design of GSM High Speed Data Services, Master of Science Thesis, Tampere University of Technology, Finland
<http://www.forum.nokia.com/nfp/magazine/papers/>
- [60] Service Developer's Guide for the Nokia 8110i (Octobre 1997)
<http://www.forum.nokia.com/nf/concepts/smart/index.html>
- [61] NOKIA 9000i Communicator - Using the Special SMS Features, (Novembre 1997)
- [62] NOKIA 9000i Communicator - WWW-SMS Forms Extension, (Novembre 1997)
- [63] GSM 03.02, (Janvier 1998), Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+): Network Architecture, version 5.3.0, European Telecommunications Standard Institute
- [64] GALLAGHER M. D., SNYDER R. A., (1997), Short Message Service Functions, Mobile Telecommunications Networking with IS-41, McGraw-Hill, 285 - 310
- [65] EIA/TIA IS-41.3-C, (1995), « Cellular Radiotelecommunications Intersystem Operations: Automatic Roaming Information Flows »
- [66] HUSAIN S. S., MAROCCHI J. A., (Septembre 1996), Intelligent Network: A Key Platform for P.C.S. Inter-working and Interoperability, IEEE Communications Magazine
- [67] AMMAR M., TOWSLEY D., (Septembre 1997), Group (Multicast) Communication in Wide Area Networks, Tutoriel présenté au SIGCOMM 1997, Cannes, France
<http://www.cc.gatech.edu/fac/Mostafa.Ammar/tutorial.html>
- [68] DIOT C., DABBOUS W., CROWCROFT J., (Avril 1997), Multipoint Communication: A Survey of Protocols, Functions and Mechanisms, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, volume 15, numéro 3, 277 - 290
- [69] CROWCROFT J., WAKEMAN I., HANDLEY M., CLAYMAN S., WHITE P., (1996), Internetworking Multimedia, UCL Press, London. U.K.
<http://ee.mokwon.ac.kr/~music/tutorials/mmbook/book.html>
- [70] ALMEROTH K. C., AMMAR M. H., (Juin 1997), Multicast Group Behavior in the Internet's Multicast Backbone (Mbone), IEEE Communications Magazine, 124 - 129

[71] ALMEROTH K. C., AMMAR M. H., FEI Z., (Mai 1997), Scalable Delivery of Web Pages Using Cyclic Best-Effort (UDP) Multicast, Networking and Telecommunications Group, Georgia Institute of Technology, U.S.A.

<http://www.cc.gatech.edu/fac/Mostafa.Ammar/NEW.html>

[72] AMMAR M., CHEUNG S. Y., SCOGGIO C., (1993), Routing Multipoint Connections Using Virtual Paths in an ATM Network, Networking and Telecommunications Group, Georgia Institute of Technology, IEEE INFOCOM'93 Conference, San Francisco, U.S.A., 95 - 105

[73] FORMAN G. H., ZAHORJAN J., (Mars 1994), The Challenges of Mobile Computing, Department of Computer Science and Engineering, University of Washington, UW CSE Technical Report # 93-11-03, U.S.A.

<ftp://ftp.cs.washington.edu/tr/1993/11>

[74] TABBANE S., (Août 1997), Location Management Methods for Third-Generation Mobile Systems, IEEE Communications Magazine, 7, - 84

[75] BROWN K., SINGH S., (1997), The Problem of Multicast in Mobile Networks, Department of Computer Science, University of South Carolina, U.S.A.

<http://brutus.snu.ac.kr/~imhyo/papers>

[76] CHUNGKI L., BURNS J. E., AMMAR M. H., (Octobre 1993), Improved Randomized Broadcast Protocols in Multi-hop Radio Networks, College of Computing, Georgia Institute of Technology, Proceedings of the International Conference on Network Protocols, San Francisco, U.S.A., 6 - 13

[77] CHUNGKI L., BURNS J. E., AMMAR M. H., (Avril 1993), Protocols for Collecting Responses in Multi-hop Radio Networks, College of Computing, Georgia Institute of Technology, Proceedings of INFOCOM 93, San Francisco, U.S.A., 439 - 446.

[78] ACHARYA A., BADRINATH B. R., (Mai 1993), Delivering Multicast Messages in Networks with Mobile Hosts, Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems, Pittsburgh, U.S.A., 292 - 299

[79] BAKRE A., BADRINATH B. R., (Octobre 1994), I-TCP : Indirect TCP for Mobile Hosts, Department of Computer Science, Rutgers University, U.S.A.

<http://brutus.snu.ac.kr/~imhyo/papers/>

[80] SCHOLZ J., CASSIDY P., (Janvier 1995), The Operation of TCP and UDP Protocols Over ATM Radio Links, DSTO Australia and Rome Laboratory New York, U.S.A.

<http://brutus.snu.ac.kr/~imhyo/papers/>

[81] TOH C. K., (1996), A Unifying Methodology for Handovers of Heterogeneous Connections in Wireless ATM Networks, Mobile Special Interest Group, Computer Laboratory, University of Cambridge

<http://brutus.snu.ac.kr/~imhyo/papers/>

[82] NGOH L. H., LI H., WANG W., (Novembre 1997), An Integrated Multicast Connection Management Solution for Wired and Wireless ATM Networks, IEEE Communications Magazine, 52 - 59

[83] BROWN K., SINGH S., (Janvier 1996), RelM : Reliable Multicast for Mobile Networks, Department of Computer Science, University of South Carolina, U.S.A.

<http://brutus.snu.ac.kr/~imhyo/papers/>

[84] WANG H., SCHWARTZ M., (Avril 1997), Performance Analysis of Multicast Flow Control Algorithms over Combined Wired/Wireless Networks, IEEE INFOCOM'97 Conference, Kobe, Japan

<http://brutus.snu.ac.kr/~imhyo/papers/>

[85] ITU-T Recommendation Z.110 : Criteria for the Use and Applicability of Formal Description Techniques, (1993), ITU-T Fascicle X.1 - Rec. Z.110, Extrait de « *Blue Book* »

[86] PIERRE S., (Juillet 1996), Architectures des réseaux locaux, Réseaux locaux - fondements, implantation et études de cas, Édité par : Télé - Université, Sainte-Foy, Québec, Canada, 147 - 194

[87] MAUW S., RENIERS M. A., (Avril 1994), An Algebraic Semantics of Basic Message Sequence Charts, The Computer Journal, volume 37, numéro 4, 269 - 277 (publié aussi dans : Computing Science Notes 94-17, Eindhoven University of Technology, Department of Mathematics and Computing Science, Eindhoven, The Netherlands)

[88] ITU-T Recommendation Z.120 - Annex B, Criteria for the use and applicability of Formal Description Techniques : Algebraic Semantics of Message Sequence Charts, Genève, Mars 1995

[89] MAUW S., (1996), The Formalization of Message Sequence Charts, Computer Networks and ISDN Systems, volume 28, numéro 12, 1643 - 1657

[90] Telelogic ORCA and SDT 3.3 - Getting Started, (Février 1998), Part 1 : Basic Tools Tutorials, © by Telelogic AB, 1991 - 1998

[91] Telelogic ORCA and SDT 3.3 - Methodology Guidelines, (Février 1998), Part 1 : The SOMT Method, © by Telelogic AB, 1991 - 1998

[92] NEGULESCU A., DINI P., (Septembre 1997), Mobile Agents Controlling Telecommunications Services, Second Dartmouth Workshop on Transportable Agents, Présentation invité, Dartmouth College, Hanover, U.S.A.

Abstrait disponible au <http://www.cs.dartmouth.edu/~agent/workshop/abstracts>

[93] PIERRE S., COUTURE M., (Septembre 1996), Les systèmes de transmission numérique, Télécommunications et transmission des données, Édité par : Télé - Université, Sainte-Foy, Québec, Canada, 127 - 184

[94] GREEN P. E. Jr., (Avril 1980), An Introduction to Network Architectures and Protocols, IEEE Transactions on Communications, Volume COM - 28, No. 4, 413 - 424 (publié aussi dans : Computer Networks - A Tutorial, Fourth Edition, (1984), édité par ABRAMS M. et COTTON I. W., IEEE Computer Society Press, 163 - 174)

[95] SPROAT R. (éditeur), (Octobre 1997), Multilingual Text-To-Speech Synthesis - The BELL-LABS Approach, Kluwer Academic Publisher
<http://www.bell-labs.com/project/tts/book.html>

[96] ITU-T Recommendation E.164 : The International Public Telecommunications Numbering Plan, Genève, Mai 1997

[97] ITU-T Recommendation E.163 : Numbering Plan for International Telephone Service, CCITT Fascicle II.2 - Rec. E.163, 128 - 135

[98] ITU-T Recommendation X.121 : International Numbering Plan for Public Data Networks, Genève, Octobre 1996

[99] GSM 03.47 (ETR 354), (Novembre 1996), Digital Cellular Telecommunications System, Example Protocol Stacks for Interconnecting Service Centre(s) (SC) and Mobile-services Switching Centre(s) (MSC), version 5.0.0, European Telecommunications Standard Institute

[100] RUDOLPH E., GRABOWSKI J., GRAUBMANN P., (Octobre 1996), Tutorial on Message Sequence Charts (MSC'96), Tutorials of the First joint International Conference on Formal Description Techniques for Distributed Systems and Communications Protocols, and Protocol Specification, Testing and Verification (FORTE/PSTV'96), Kaiserslautern, Germany
<http://www.win.tue.nl/cs/fm/michelr/msc.html>

[101] GSM 03.18 (ETS 101 043), (Janvier 1998), Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+); Basic Call Handling. Technical Realization, version 5.3.0, European Telecommunications Standard Institute

- [102] DINI P., (Novembre 1997), Tutorial on « Pricing QoS Mechanisms in Multimedia Applications : Do Existing Protocols Cover Issues from User Profiles to Provider Benefits ? », présenté à « IEEE Conference on Multimedia Systems - Multimedia Protocols », PROMSMmNet'97, Santiago, Chile
- [103] FERGUSON P., HUSTON G., (1998), What Is Quality of Service ?, Quality of Service - Delivering QoS on the Internet and in Corporate Networks, John Wiley & Sons, 1 - 24
- [104] ObjectGEODE MSC Editor - User's Guide, version 3.2, (Décembre 1997), © VERILOG SA
- [105] EBERLEIN A., HALSALL F., (1997), Telecommunications Service Development : A Design Methodology and its Intelligent Support, « Engineering Applications of Artificial Intelligence » (The International Journal of Real Time Automation), volume 10, numéro 6, 647 - 663
- [106] EBERLEIN A., CROWTHER M., HALSALL F., (1996), Tools for Requirements Capture, Formal Specification and Validation of IN Services, Proceedings of the Fourth International Conference on Intelligence in Networks (ICIN'96), Bordeaux, France
<http://kona.swan.ac.uk/~eeberle/>
- [107] RUDOLPH E., GRAUBMANN P., GRABOWSKI J., (1996), Tutorial on Message Sequence Charts, Computer Networks and ISDN Systems, volume 28, numero 12, 1629 - 1641
- [108] MAUW S., RENIERS M. A., (Septembre 1997), High-Level Message Sequence Charts, SDL'97 : Time for Testing - SDL, MSC and Trends, Proceedings of the Eight SDL Forum, éditeurs Cavalli A. et Sarma A., Elsevier Science Publishers
<http://www.win.tue.nl/cs/fm/michelr/msc.html>
- [109] BEN-ABDALLAH H., LEUE S., (Avril 1997), Expressing and Analyzing Timing Constraints in Message Sequence Charts Specifications, Technical Report 97-04, University of Waterloo, Department of Electrical and Computer Engineering, Waterloo, Canada

ANNEXE A

INTRODUCTION AU LANGAGE MSC ET LA DESCRIPTION DE LA PLATE-FORME DE SPÉCIFICATION

A.1 Introduction au langage de spécification MSC

Le langage « *Message Sequence Chart - MSC* » a été normalisé par l'ITU-T avec l'intention d'offrir un langage de spécification et description du comportement de la communication entre les composantes d'un système et l'environnement à l'aide des échanges des messages. Le domaine principal d'application du langage MSC est la spécification du comportement de la communication des systèmes temps réel. Le langage MSC, ensemble avec d'autres langages de spécification et description (par exemple SDL), peut être utilisé pour supporter des méthodologies de spécification, conception et simulation des systèmes de communication [34]. Un diagramme d'ordonnancement des messages MSC présente la séquence d'échange des messages entre les composantes d'un système et son environnement. En SDL, les composantes du système sont représentées par des blocks, processus et services. Une partie du travail de normalisation du langage MSC était d'offrir une définition de la signification d'un diagramme MSC [34]. Ainsi, la sémantique formelle du langage a été élaborée à l'aide de l'algèbre de processus (« *process algebra* ») [87, 88].

Par rapport au SDL, un diagramme MSC représente une ou plusieurs traces d'exécution obtenues après la simulation d'un système spécifié en SDL. Des plates-formes de spécification qui se trouvent présentement sur le marché (Verilog - GEODE [104], Telelogic - SDT [90]) permettent la dérivation des diagrammes MSC à partir de la spécification SDL d'un système, ainsi que la création (indépendamment de SDL) des spécifications MSC. L'ITU-T recommande l'utilisation du langage MSC comme un support pour l'activité de spécification d'un système à l'aide de SDL, la simulation et la validation d'un système, la spécification des besoins (qui est une étape de l'activité d'analyse des besoins [16, 39, 105, 106]) ou pour la spécification des communications et des interfaces [34].

Un diagramme MSC définit un comportement partiel du système. Pour décrire au complet le comportement d'un système, nous avons besoin d'une collection des diagrammes MSC. Comme méthode de spécification, ITU-T recommande la définition des scénarios standard (« *standard*

cases ») de fonctionnement du système, qui vont servir à la création des diagrammes MSC qui décrivent le comportement partiel du système. Après l'obtention de l'ensemble minimal des diagrammes, nous avons la possibilité de raffiner ce modèle avec des scénarios qui décrivent des comportements exceptionnels du système [34].

En pratique, le langage MSC est utilisé ensemble avec le langage SDL pour la spécification des systèmes de communication. Nous pouvons regarder les spécifications SDL et MSC comme deux façons complémentaires de description d'un système. SDL offre une description claire du comportement du système à l'intérieur des processus SDL. Pourtant, la communication entre plusieurs processus est représentée d'une manière indirecte et ainsi, la description du comportement de la communication en SDL n'est pas suffisamment transparente. Contrairement au SDL, MSC met l'emphasis sur le comportement de la communication, basé sur l'échange des messages, entre les composantes du système et l'environnement. On recommande l'utilisation du langage MSC pendant les activités (1) d'analyse des besoins et (2) de spécification et simulation (ensemble avec SDL, qui est approprié pour l'utilisation pendant l'activité de (3) conception et simulation) [107]. Similaire au SDL, MSC permet deux formes syntactiques : (1) MSC/PR texte pur et (2) MSC/GR représentation graphique. Un diagramme représenté sous la forme graphique MSC/GR peut être transformé automatiquement sous la forme textuelle MSC/PR. Il y a deux styles de représentation textuelle, (1) orienté instance (« *instance oriented* ») et (2) orienté événement (« *event oriented* »). La représentation orienté instance présente la succession des messages envoyées et reçus associées à une instance. La représentation orientée événement permet la présentation des événements en fonction de la trace d'exécution [90, 107].

A.2 Les principes et les éléments de base du langage MSC

Les éléments du langage et les notions MSC que nous présentons dans cette section se limitent à ceux nécessaires à la compréhension de la spécification du service (MS)². Les recommandations ITU-T Z.120 [34] et Z.120 Annexe B [88] présentent plus des détails sur le langage MSC. Rudolph, Grabowski et Graubmann donnent un exemple pratique d'application des notions MSC [100]. Pour plus des détails sur la formalisation des diagrammes MSC, il faut consulter [89].

La recommandation Z.120 définit deux types des diagrammes MSC : (1) « *Basic Message Sequence Charts - BMSC* » et (2) « *High-Level Message Sequence Charts* ». Un HMSC offre la possibilité de définir les relations qui existent entre plusieurs diagrammes BMSC et donne un aperçu graphique de la composition des BMSC (référé comme MSC pour simplicité) [34, 108]. Mauw et Reniers présentent le HMSC comme un sous-langage du MSC, qui donne la possibilité de structurer un ensemble de MSC, à l'aide des options de composition alternative, séquentielle et parallèle, et qui permet aussi de représenter des itérations [108]. Dans les paragraphes suivants, nous présentons les éléments de base du langage MSC utilisées dans la construction des spécifications BMSC et HMSC.

A.2.1 Basic MSC (MSC)

De point de vu sémantique, un MSC décrit la communication entre plusieurs composantes d'un système et entre ces composantes et leur environnement. À chaque composante du système incluse dans un MSC on associe un axe de l'instance (« *instance axis* »). Les communications entre les composantes du système sont réalisées à l'aide des *messages*. L'envoi et la réception d'un message représentent deux événements asynchrones [34]. Pour chaque axe d'instance, le temps s'écoule de haut en bas, comme nous présente la figure A.1.

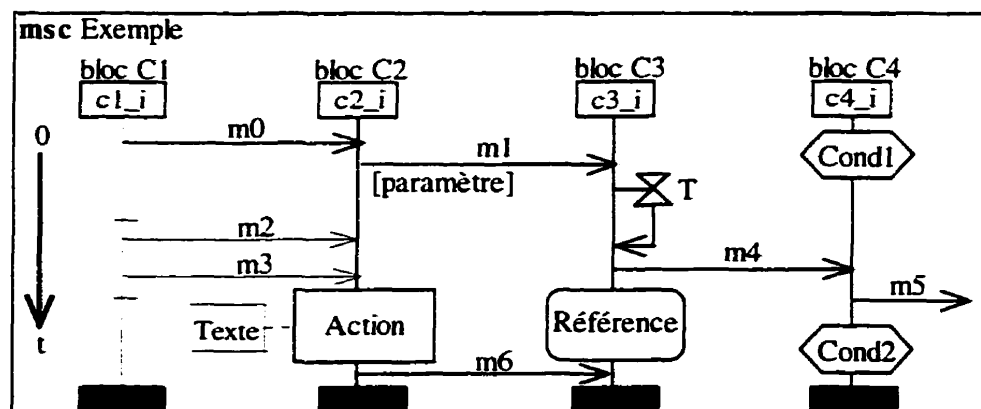


Figure A.1 : Basic MSC

Instances et messages

Les instances (par exemple *bloc C1* avec le nom de l'instance *c1_i* dans la figure A.1) et les messages (*m1*, *m2*, *m3*, *m4*, *m5*, *m6* dans la figure A.1) sont les constructions fondamentales du langage MSC. Une instance représente une des suivantes constructions SDL correspondantes : système, bloc, processus et service. Dans la notation graphique, les instances sont représentées par des lignes verticales. Le changement des messages, possible avec des paramètres, (*paramètre* dans la figure A.1) est représenté par des flèches. La tête de la flèche représente la réception d'un message et l'autre bout de la flèche représente l'envoi du message. Les événements appartenant aux différentes instances sont ordonnés à l'aide des messages (un message doit être envoyé avant qu'il soit reçu) [107].

Un digramme MSC est complètement caractérisé par la séquence des événements qu'il permet se réaliser. À l'aide de la notation utilisée pour exprimer la sémantique formelle dans l'algèbre de processus [88] et supposons que nous considérons un MSC qui contient que l'instance *c4_i* de la figure A.1, la sémantique du MSC serait la suivante : $in(c3_i, c4_i, m4) \bullet out(c4_i, env, m5)$, où l'opérateur (\bullet) représente la *composition séquentielle*, qui signifie un ordonnancement strict des événements. D'après Mauw, la sémantique d'un diagramme MSC est une expression de l'algèbre de processus, qui est construite par des opérateurs (par exemple l'opérateur de composition séquentielle) et par des actions ou événements (comme l'envoi du message *m5* de l'instance *c4_i* à l'environnement) [89].

Actions

Les actions (*Action* dans la figure A.1) décrivent une activité interne d'une instance. Une action est représentée par un rectangle qui contient du texte arbitraire. La sémantique d'un MSC qui contient une seule instance avec une seule action est : $action(i, Action)$. [89]

Temporisateurs

Le langage MSC permet l'activation et l'expiration d'un temporisateur (« *timer expiration* », voir le temporisateur *T* dans la figure A.1) et aussi l'activation et la remise à zéro d'un temporisateur (« *timer supervision* »). La construction d'un temporisateur en MSC est basée sur la construction d'un temporisateur en SDL. L'expiration d'un temporisateur correspond à la consommation d'un

signal de temporisateur (« *timer signal* ») en SDL [34]. Pour plus des détails sur l'utilisation des temporisateurs et sur l'analyse des contraintes de temps dans les spécifications MSC consultez [109]. La sémantique formelle de l'instance $c3_i$ dans la figure A.1 (sans considérer la référence MSC *Référence*) est : $in(c2_i, c3_i, m1) \bullet set(c3_i, T) \bullet out(c3_i, c4_i, m4) \bullet in(c2_i, c3_i, m6)$.

Conditions

Une condition décrit soit un état global du système (« *global condition* ») qui est particulière à toutes les instances d'un diagramme MSC, soit un état qui est particulier à un sous - ensemble des instances (« *non-global condition* ») [34]. Les conditions sont utilisées pour plusieurs raisons, par exemple de réaliser la composition des diagrammes MSC ou pour décrire un état particulier. À cause de la variété des utilisations et interprétations possibles, les conditions n'ont pas de signification dans la sémantique formelle. Une condition est représentée dans la sémantique formelle par un ε qui représente un processus sans activité [89]. La sémantique formelle de l'instance $c4_i$ de la figure A.1 est égale à : $\varepsilon \bullet in(c3_i, c4_i, m4) \bullet out(c4_i, env, m5) \bullet \varepsilon$, qui est égale à $in(c3_i, c4_i, m4) \bullet out(c4_i, env, m5)$.

Co-régions

Une co-région est introduite pour la spécification des événements non ordonnées tout au long d'une instance. Par exemple, à l'intérieur d'une co-région les arrivées ou l'envoi des messages peuvent être inter - changées (dans figure A.1, l'envoi des messages $m2$ et $m3$ n'est pas ordonnée) [34]. Dans la sémantique formelle l'opérateur (\parallel) représente la *composition parallèle* qui permet l'ordonnancement libre des événements [89]. La sémantique de la co-région de l'instance $c1_i$ dans la figure A.1 est : $out(c1_i, c2_i, m2) \parallel out(c1_i, c2_i, m3)$, qui est égale à : $out(c1_i, c2_i, m2) \bullet out(c1_i, c2_i, m3) + out(c1_i, c2_i, m3) \bullet out(c1_i, c2_i, m2)$.

Références

Les références MSC sont utilisées pour faire appel à d'autres diagrammes MSC (dans la figure A.1 est présenté le symbole référence qui appelle la trace d'exécution du système décrite dans le diagramme MSC *Référence*).

D'une perspective sémantique, chaque diagramme MSC représente la définition d'un type MSC. Les types MSC peuvent être utilisées dans d'autres types MSC à l'aide des références [34].

Le symbole référence peut faire appel à des expressions de références MSC. Les expressions de références MSC sont des expressions textuelles formées par les opérateurs *alt*, *par*, *seq*, *loop*, *opt*, *exc* et les références MSC [34]. Ce type de construction offre la possibilité de représentation compacte des diagrammes MSC; il offre aussi la possibilité de réutilisation des certains MSC [90, 91].

Nous présentons une brève description des opérateurs utilisés dans les expressions de référence MSC [34, 90, 91]:

- l'opérateur *alt* indique la composition alternative des diagrammes MSC, c'est-à-dire qu'une référence MSC précédée par le mot - clé *alt* suppose l'exécution alternative des sections MSC. Dans la situation ou plusieurs sections sont alternatives, une seule d'entre elles sera exécutée.
- l'opérateur *par* indique la composition parallèle des diagrammes MSC, c'est-à-dire qu'une référence MSC précédée par l'opérateur *par* suppose l'exécution parallèle des sections MSC. Les événements compris dans les sections MSC parallèles seront exécutés avec la seule restriction que l'ordre des événements sera gardée intacte.
- l'opérateur *loop* indique l'exécution itérative d'un diagramme MSC. La construction générale est *loop*<*n*, *m*> qui signifie l'itération d'au moins *n* et de plus *m* fois.
- l'opérateur *opt* est similaire à la composition alternative *alt*. Dans le cas d'*opt* le deuxième opérande est le MSC vide.
- l'opérateur *exc* décrit les situations exceptionnelles qui peuvent intervenir dans un diagramme MSC. Cet opérateur peut être interprété comme une alternative ou le deuxième opérande est la partie du MSC qui suit l'expression de référence MSC. L'opérateur indique que l'exécution MSC courante peut être interrompue à la position du symbole de référence et continuée avec le MSC appelé.

A.2.2 High-Level MSC (HMSC)

Un diagramme MSC décrit le comportement partiel d'un système. Pour obtenir la description complète du comportement du système il est indiqué de combiner plusieurs MSC à l'aide des différentes règles de composition et en fonction des conditions présentes dans les MSC. En plus, par rapport à la composition en fonction des conditions, ITU-T a introduit les opérateurs de composition suivants : composition parallèle (*par*), composition alternative (*alt*), itération (*loop*) et interruption (*exc*) [107]. Un cas particulier de la composition parallèle est la composition horizontale (« *horizontal merge operation* » ou « *environmental merge* ») identifiée par l'opérateur (\parallel_{env}). La figure A.2 présente un exemple de composition horizontale [107].

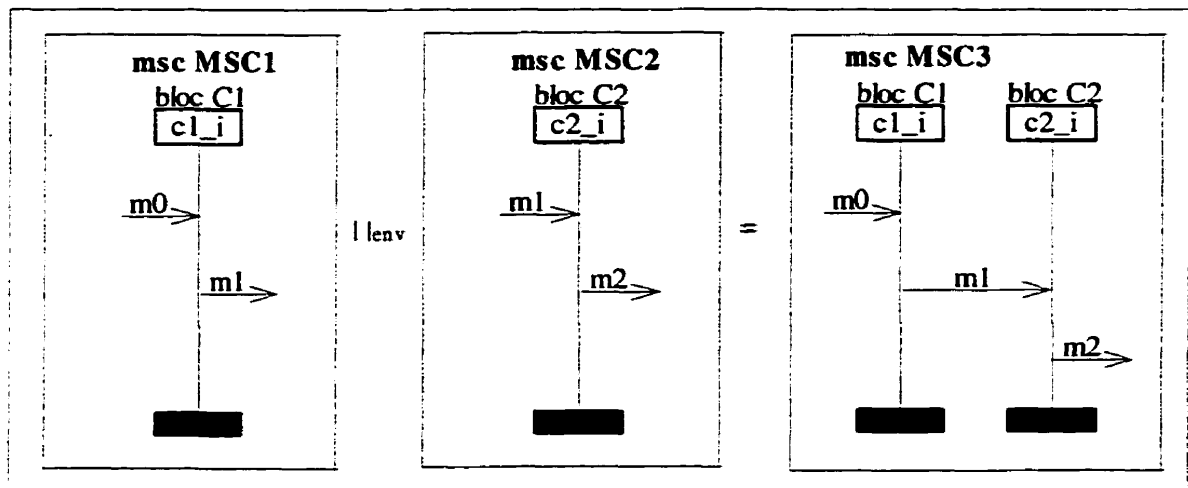


Figure A.2 : La composition horizontale

Les techniques de composition demandent des moyennes intuitives pour la description des opérations de composition. La technique de description qui semblerait plus appropriée pour présenter un aperçu de la composition des MSC est basée sur la notion « *road map* » [107, 108]. Un « *road map* » peut être utilisé pour présenter les compositions des MSC d'une manière compacte. Ce concept a aidé au développement du sous - langage « *High-Level Message Sequence Chart - HMSC* » qui offre les moyennes nécessaires à définir comment plusieurs MSC peuvent être combinés [34, 108].

Par rapport au BMSC les instances et les messages ne sont pas utilisés dans les diagrammes HMSC qui sont utilisés plutôt pour présenter les aspects de composition. Nous pouvons construire une structure hiérarchique des HMSC qui laissent la possibilité d'être raffinée à l'aide des références vers d'autres HMSC. Les HMSC nous aident aussi à capter les exceptions possibles dans un scénario principal [90, 91].

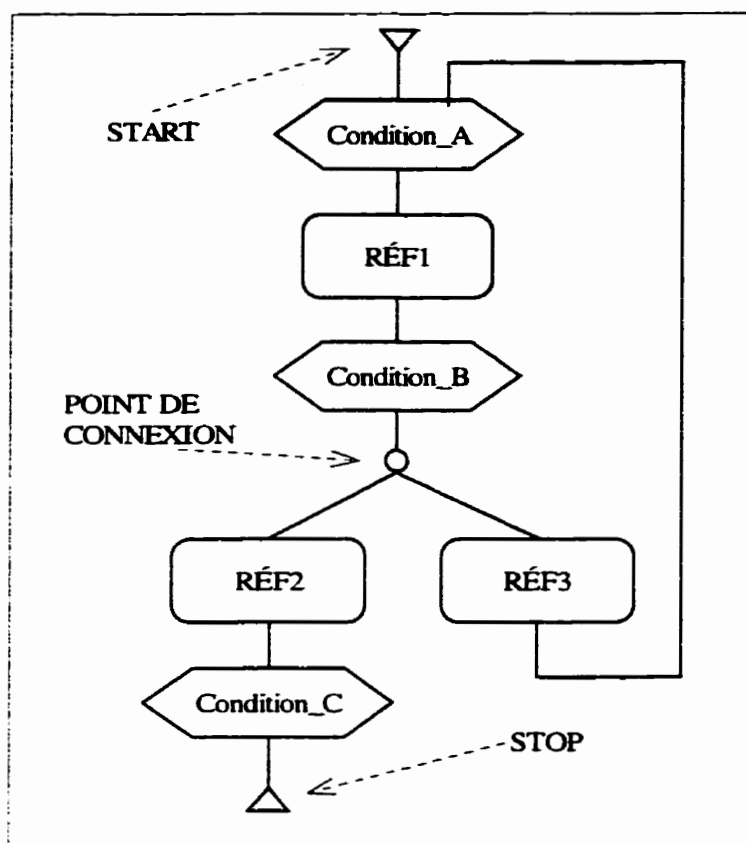


Figure A.3 : Un exemple de HMSC

Un HMSC est un graphe orienté où chaque nœud pourrait être (voir la figure A.3) [34, 91] :

- un symbole de start ou un symbole de stop;
- une référence vers un autre diagramme MSC ou HMSC (avec ou sans l'utilisation des opérateurs *alt*, *par*, *loop*, *opt* et *exc* ;
- des conditions qui au niveau du HMSC sont considérées comme globales ;
- des points de connexion (ils n'ont pas de représentation sémantique).

Les lignes qui connectent les noeuds d'un HMSC indiquent la séquence d'exécution des MSC. Si plusieurs lignes sortent d'un noeud il s'agit d'une composition alternative des MSC [34, 91]. Le sous - langage HMSC est encore en cours de normalisation et une direction de travail importante est représentée par l'élaboration d'une sémantique formelle [108].

A.3 La description de la plate-forme de spécification

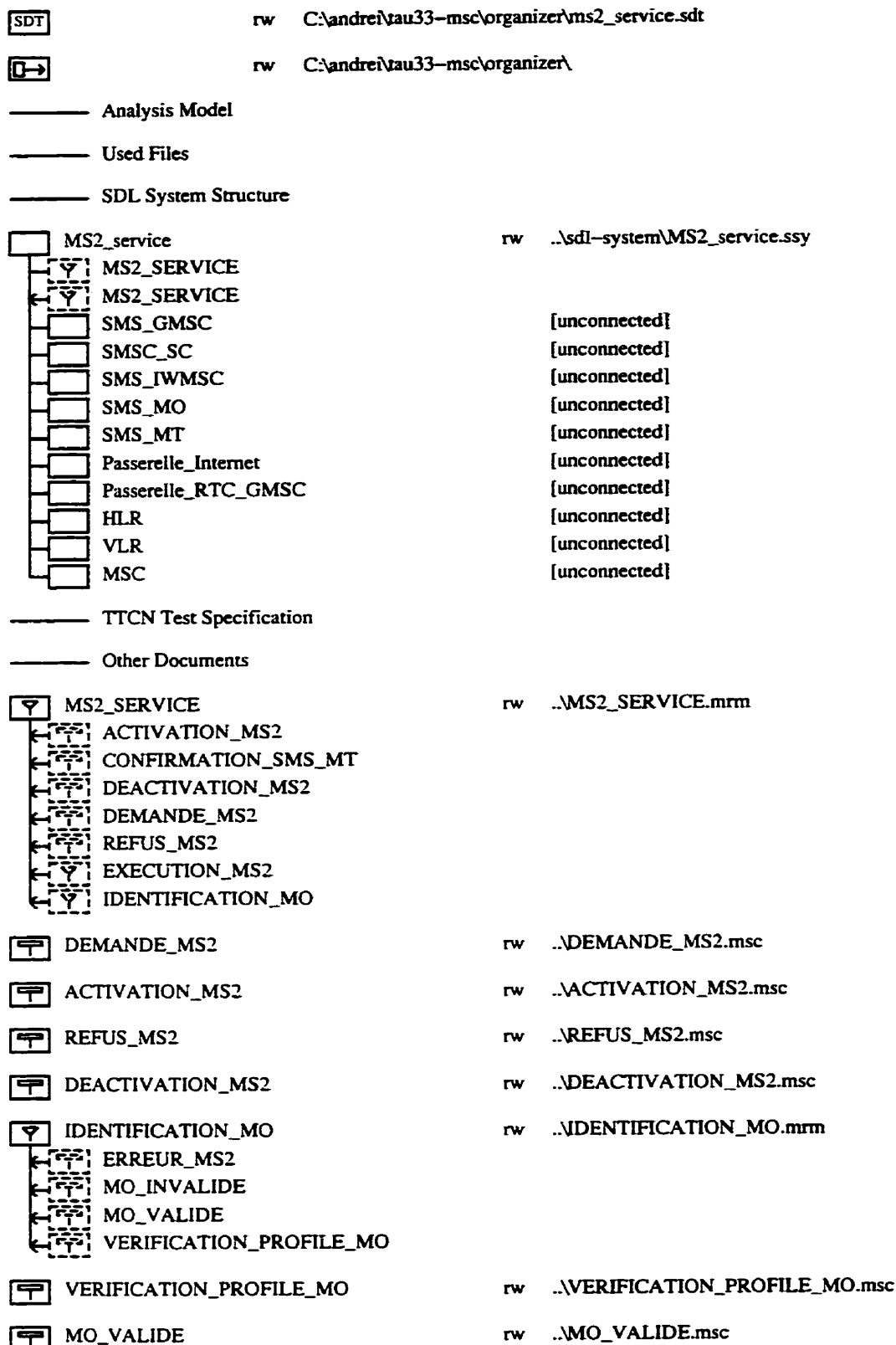
Pour obtenir la spécification MSC du service (MS)² nous avons utilisé la plate-forme SDT TAU version 3.3 pour Windows NT, développée par la compagnie Telelogic. Les outils intégrés dans la plate-forme, tel que les éditeurs SDL et MSC ou l'analyseur, le simulateur et le validateur, sont capables de créer, maintenir et vérifier des spécifications MSC par rapport à la syntaxe et à la sémantique du langage. Ces outils peuvent simuler, valider et générer du code vers d'autres langages de haut niveau. Les outils sont capables d'assister une équipe de développement d'un système ou d'un service de télécommunications à partir de l'analyse orientée - objet et jusqu'à la conception SDL, dans toutes les activités initiales du cycle de vie, tel que l'analyse des besoins, spécification, conception, simulation et implantation. Les outils SDT sont capables d'importer ou d'exporter de l'information vers d'autres outils qui respectent les normes ITU-T en matière des langages de spécification (SDL et MSC). Les MSC sont développés à l'aide de l'éditeur graphique MSC-GR. L'éditeur supporte le concept de structuration HMSC qui donne la possibilité d'utiliser des références d'un diagramme MSC vers d'autres diagrammes MSC ou HMSC. Pour avoir la possibilité d'analyser et de valider la spécification MSC, les diagrammes MSC doivent être associées à un système SDL (le concept de « *associated documents* »). La vérification syntactique et la génération des spécifications MSC dans la forme textuelle MSC-PR (« *instance - oriented* » et « *event - oriented* ») sont faites automatiquement. Des informations détaillées sur l'utilisation des outils de la plate-forme SDT sont données dans [90].

ANNEXE B

LA SPÉCIFICATION MSC/GR DU SERVICE (MS)²

Cette annexe présente les résultats pratiques obtenus, soit la spécification MSC du service (MS)². L'aperçu de l'organisateur (« *SDT organizer* ») présente sommairement la spécification à l'aide des diagrammes MSC et HMSC, avec les associations et les dépendances correspondantes.

Les blocks utilisés dans la description de l'architecture physique du réseau font partie de la description du système SDL MS2_service, auquel la spécification HMSC du service MS2 est associée.
































 MO_INVALIDE	rw	..MO_INVALIDE.msc
 ERREUR_MS2	rw	..ERREUR_MS2.msc
 EXECUTION_MS2	rw	..EXECUTION_MS2.mrm
 ANALYSE_ADR_E_MAIL		
 ANALYSE_ADR_TELEPH		
 ANALYSE_SMS		
 ENVOI_SMS_ADR_E_MAIL		
 ENVOI_SMS_ADR_TELEPH		
 EXECUTION_SMS_MT_UTILISATEUR		
 LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR		
 LOGIQUE_MS2_RESEAU		
 ANALYSE_SMS	rw	..ANALYSE_SMS.msc
 LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR	rw	..LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR.msc
 ANALYSE_ADR_TELEPH	rw	..ANALYSE_ADR_TELEPH.msc
 ENVOI_SMS_ADR_TELEPH	rw	..ENVOI_SMS_ADR_TELEPH.msc
 ANALYSE_ADR_E_MAIL	rw	..ANALYSE_ADR_E_MAIL.msc
 ENVOI_SMS_ADR_E_MAIL	rw	..ENVOI_SMS_ADR_E_MAIL.msc
 EXECUTION_SMS_MT_UTILISATEUR	rw	..EXECUTION_SMS_MT_UTILISATEUR.msc
 LOGIQUE_MS2_RESEAU	rw	..LOGIQUE_MS2_RESEAU.mrm
 ANALYSE_ADR_E_MAIL		
 ANALYSE_ADR_TELEPH		
 ENVOI_SMS_ADR_E_MAIL		
 ENVOI_SMS_ADR_TELEPH		
 EXECUTION_LOGIQUE_MS2_RESEAU		
 EXECUTION_SMS_MT_RESEAU		
 LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR		
 EXECUTION_LOGIQUE_MS2_RESEAU	rw	..EXECUTION_LOGIQUE_MS2_RESEAU.msc
 EXECUTION_SMS_MT_RESEAU	rw	..EXECUTION_SMS_MT_RESEAU.msc
 CONFIRMATION_SMS_MT	rw	..CONFIRMATION_SMS_MT.msc

Tableau B.1 : L'aperçu de la structure des diagrammes MSC

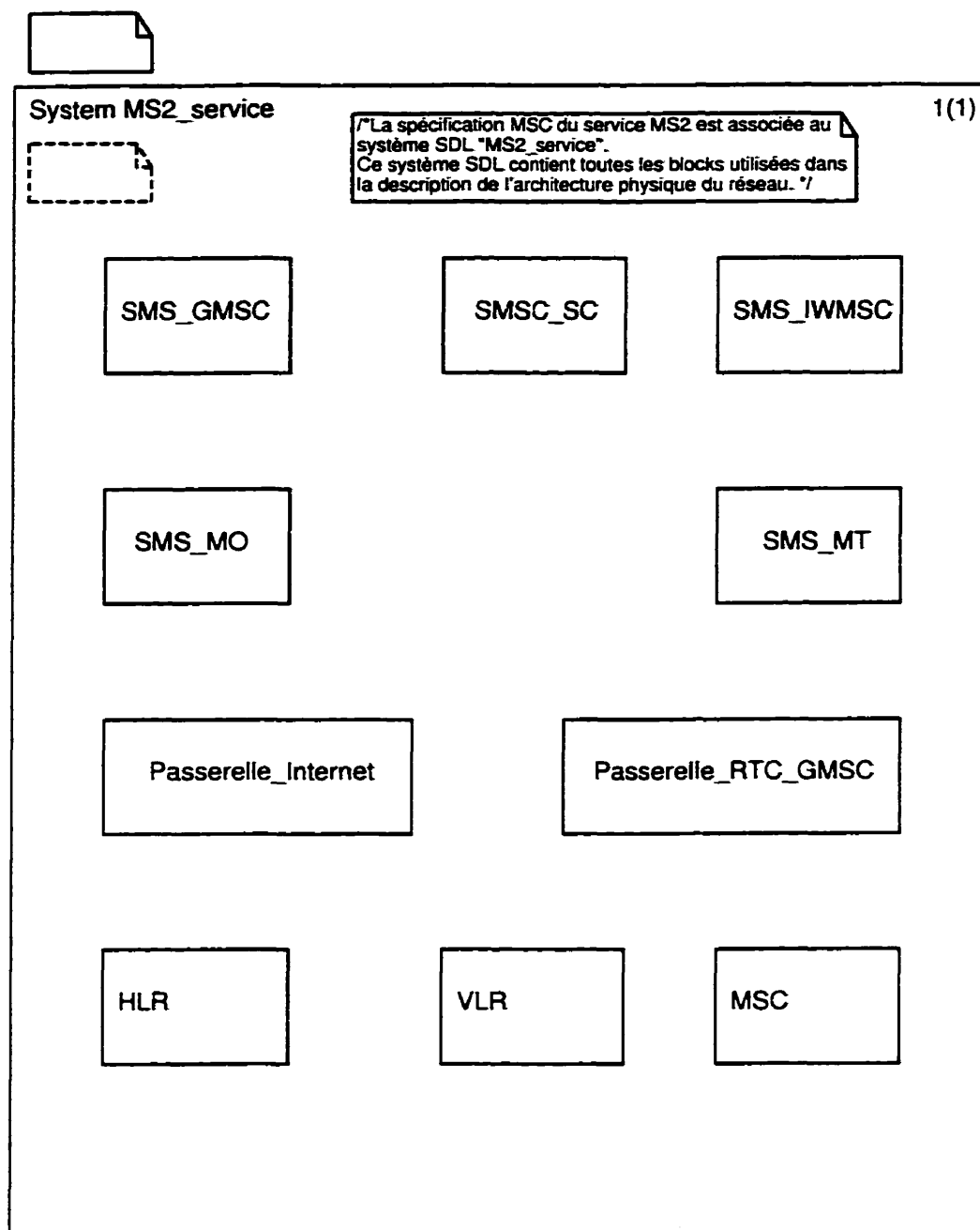


Figure B.1 : Le système SDL MS2_service



Figure B.2 : Le diagramme HMSC MS2_SERVICE

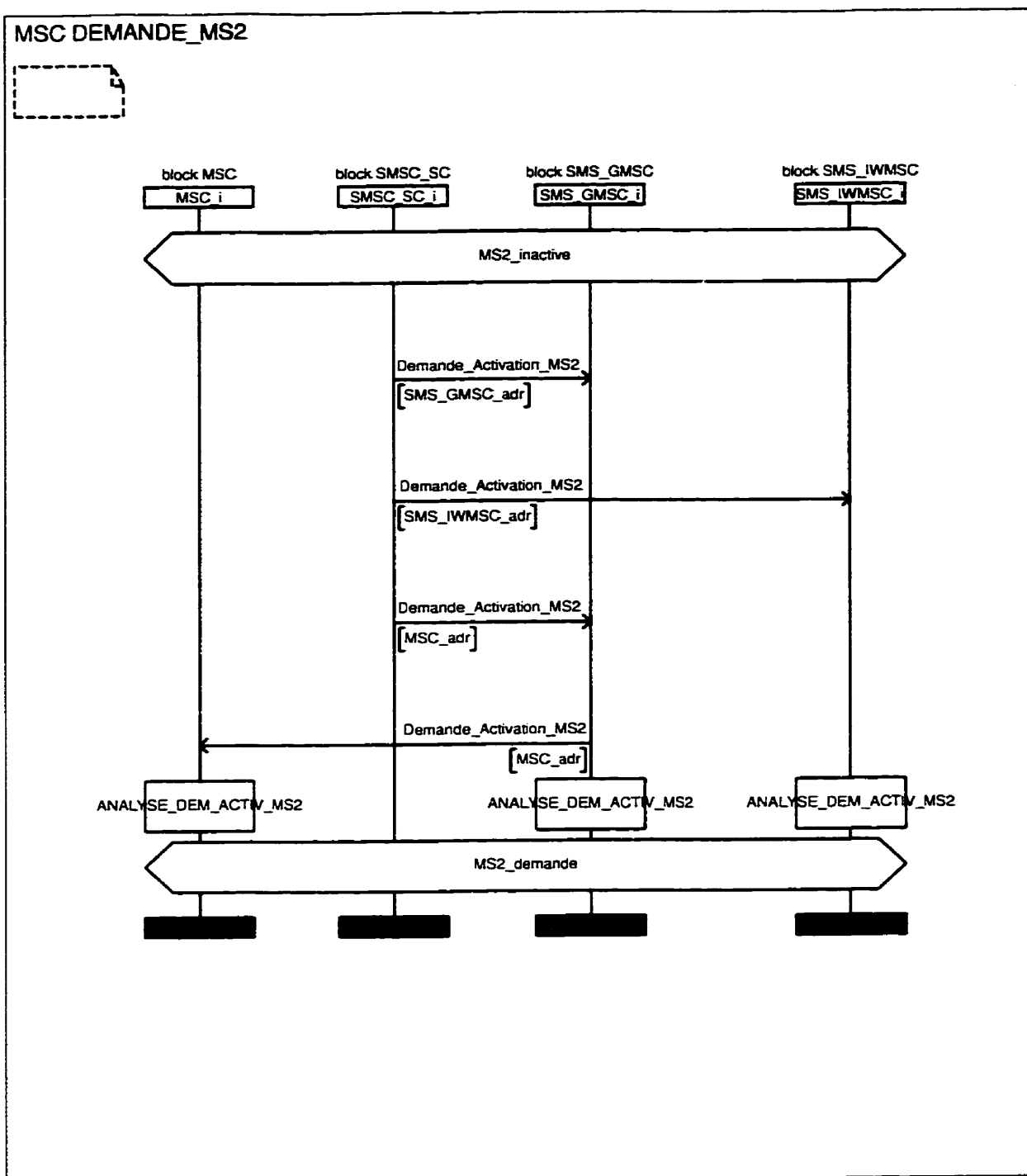


Figure B.3 : Le diagramme MSC DEMANDE_MS2

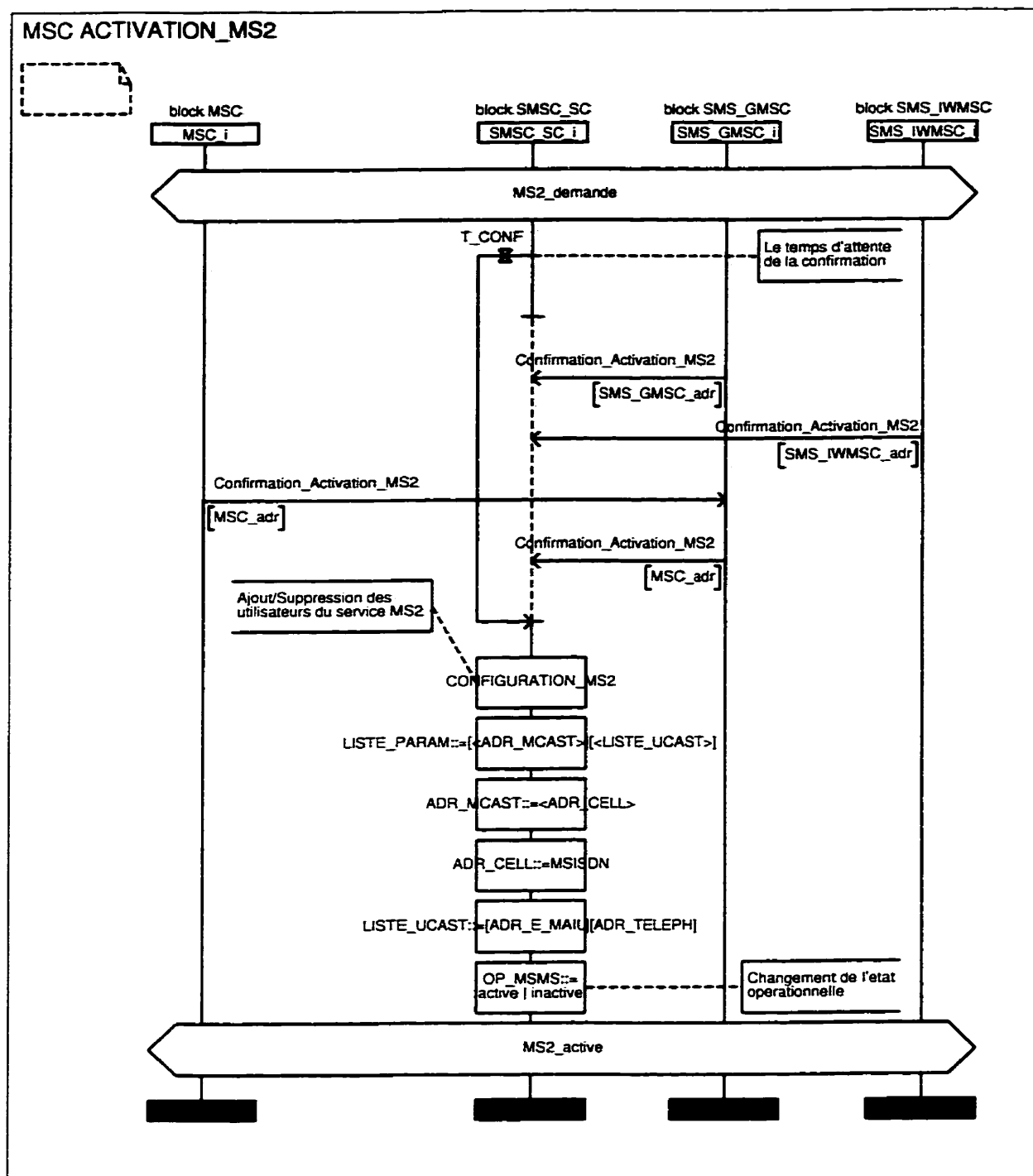


Figure B.4 : Le diagramme MSC ACTIVATION_MS2

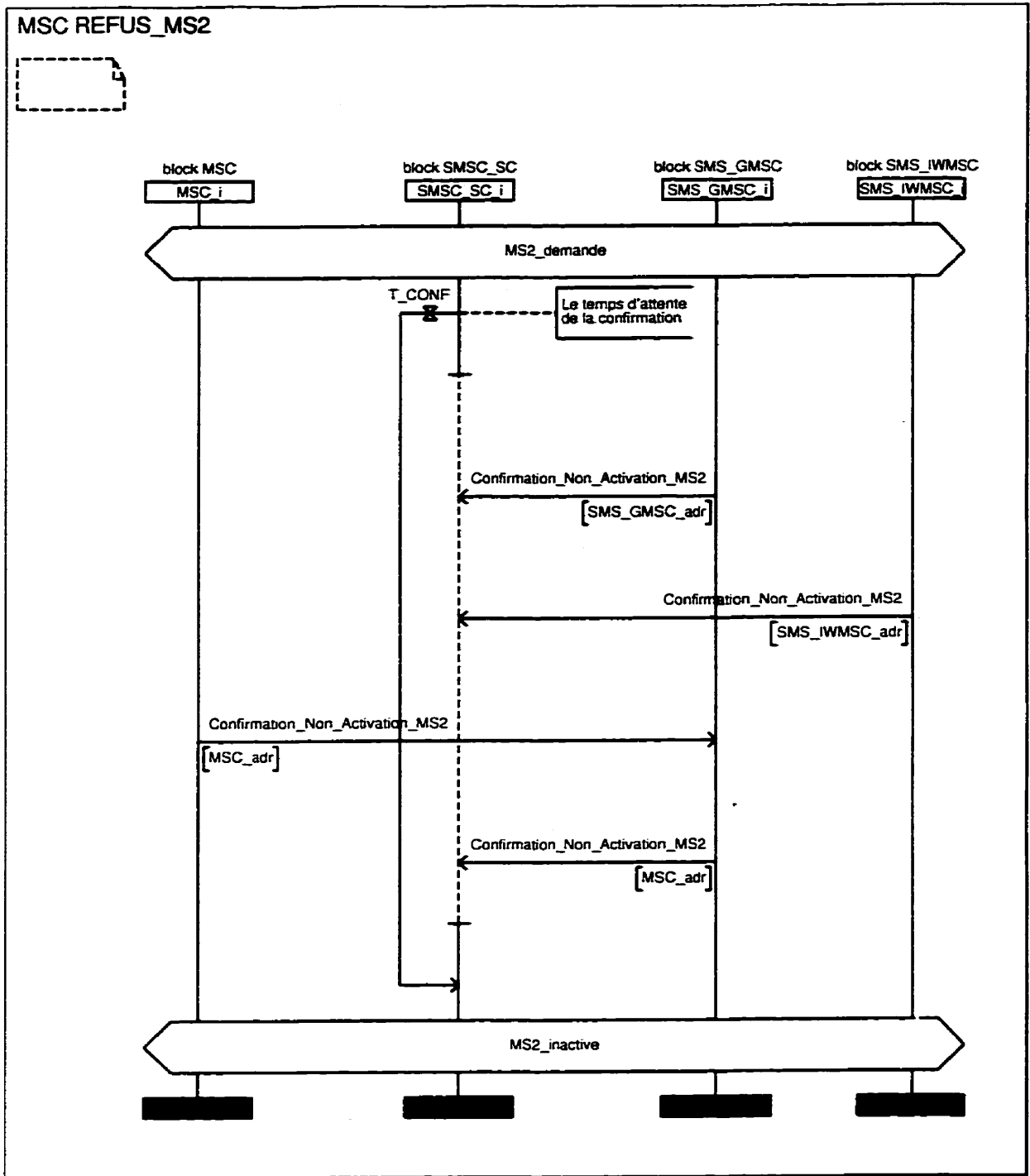


Figure B.5 : Le diagramme MSC REFUS_MS2

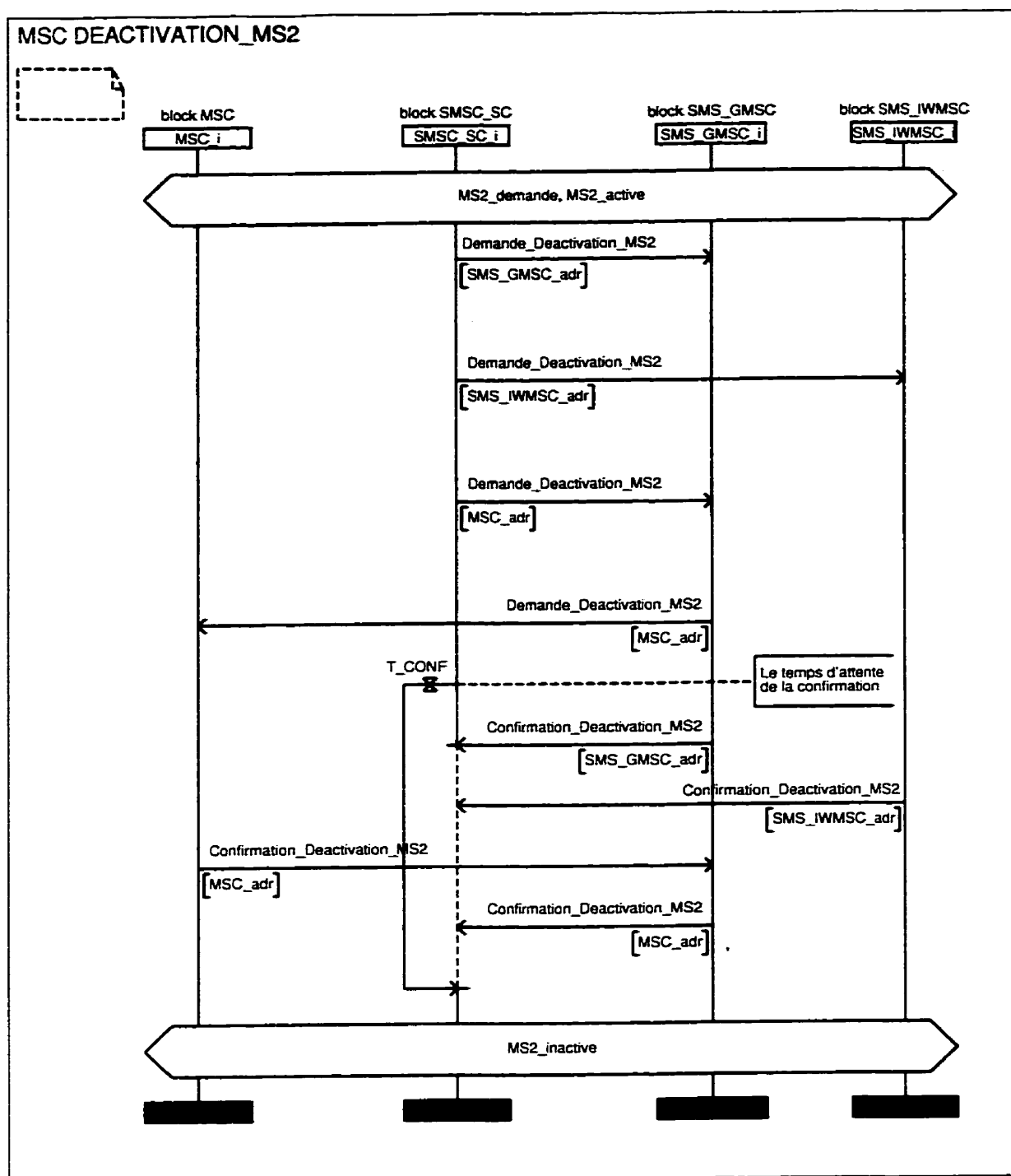


Figure B.6 : Le diagramme MSC DEACTIVATION_MS2

MSC IDENTIFICATION_MO

1(1)

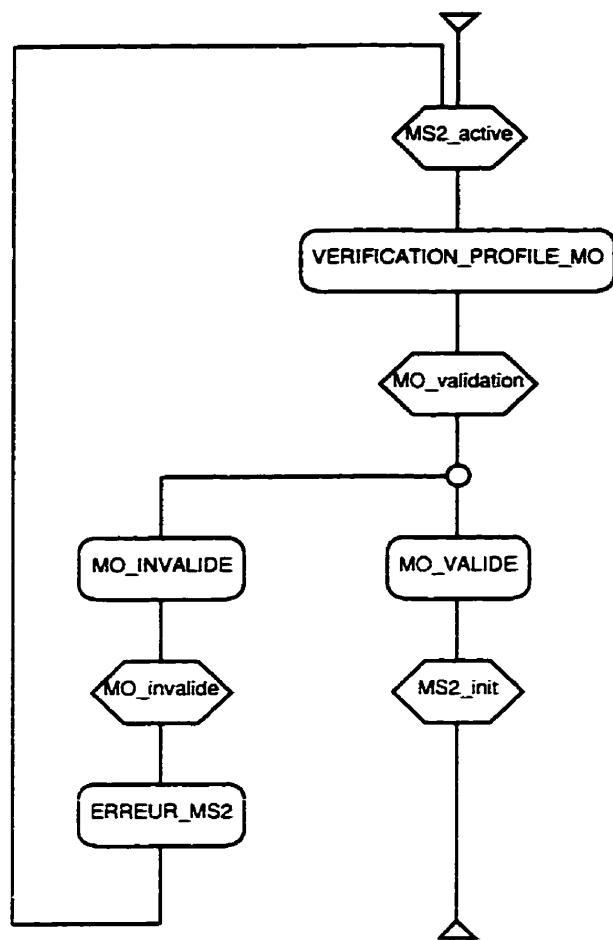


Figure B.7 : Le diagramme HMSC IDENTIFICATION_MO

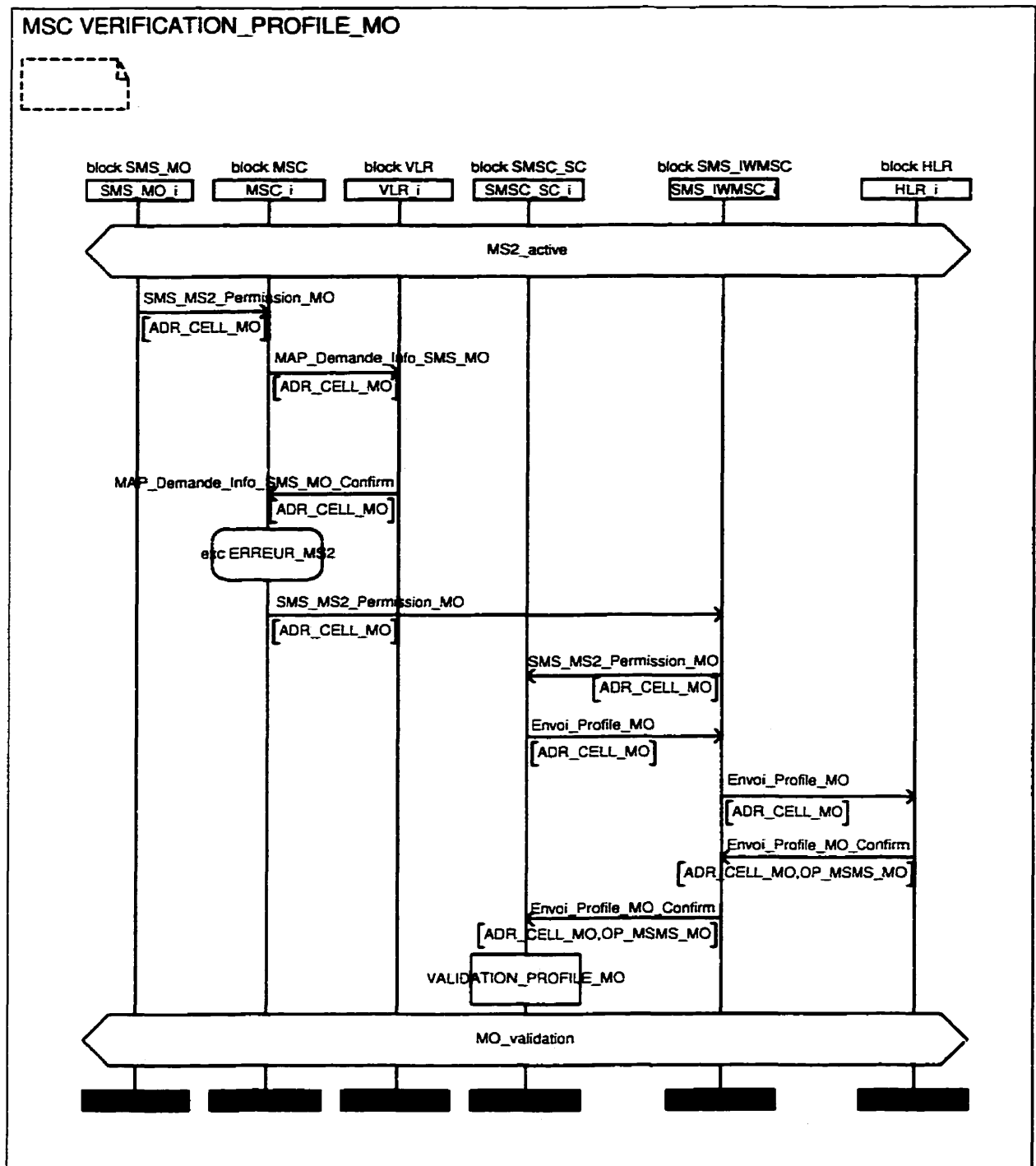


Figure B.8 : Le diagramme MSC VERIFICATION_PROFILE_MO

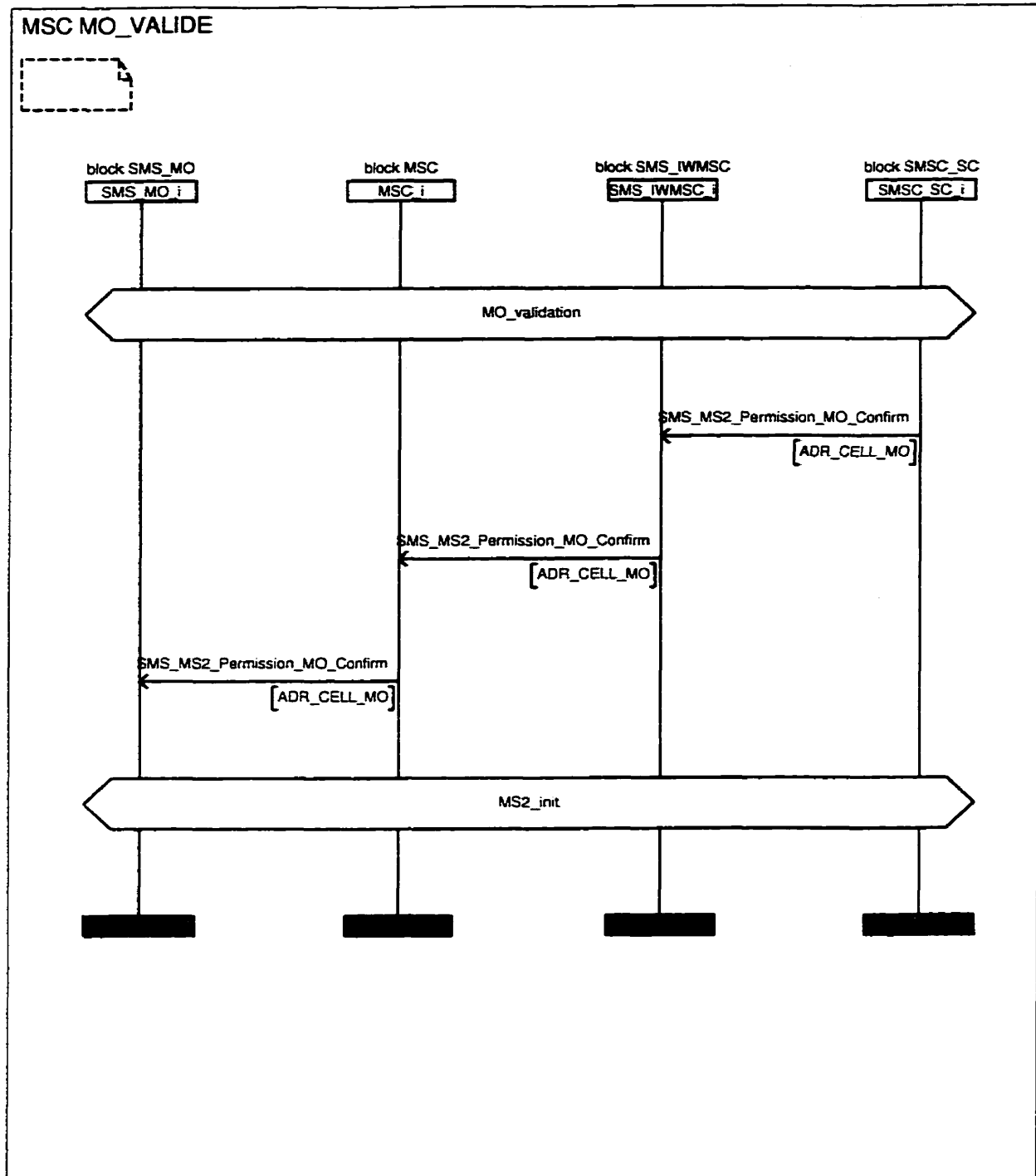


Figure B.9 : Le diagramme MSC MO_VALIDE

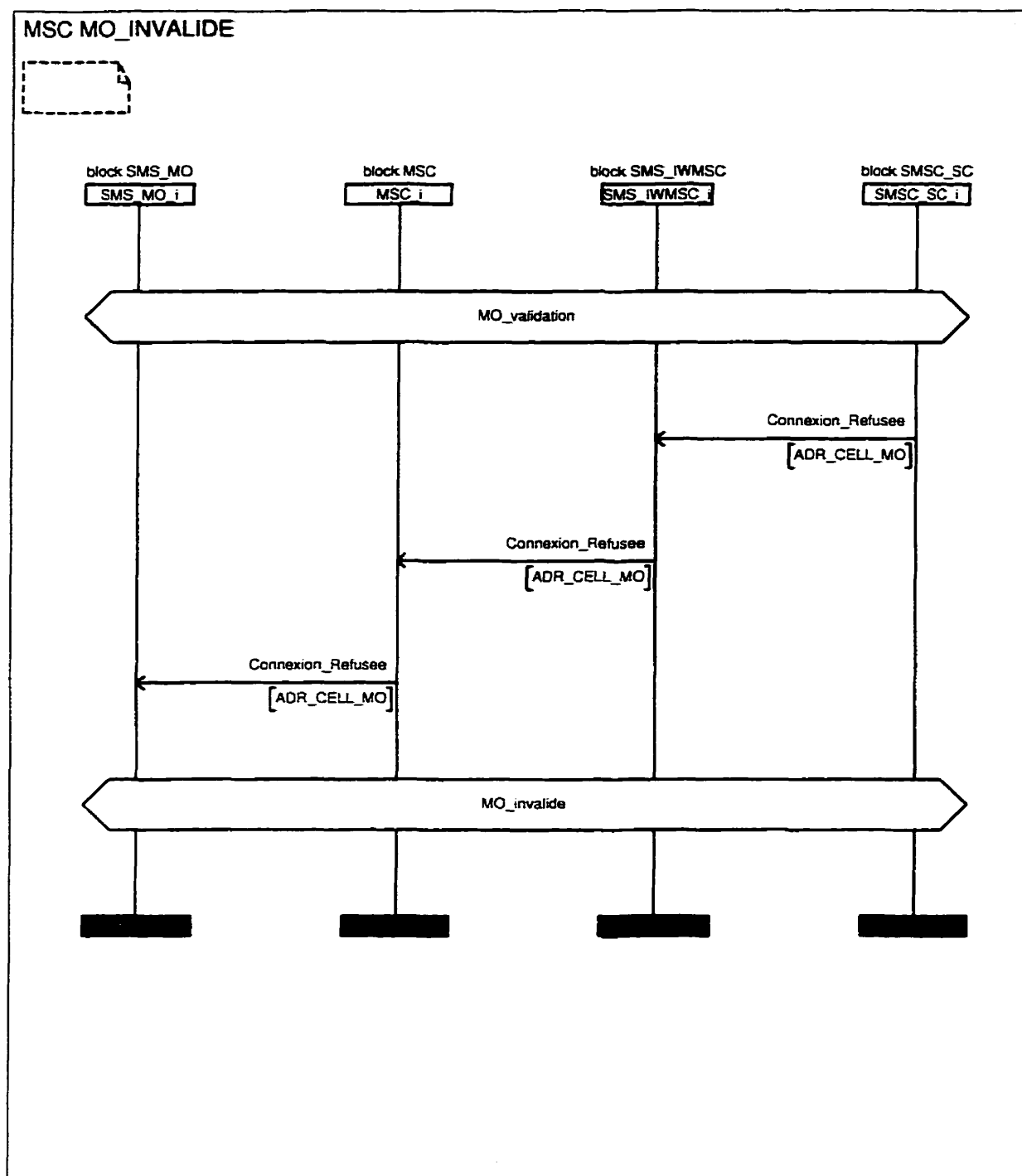


Figure B.10 : Le diagramme MSC MO_INVALIDE

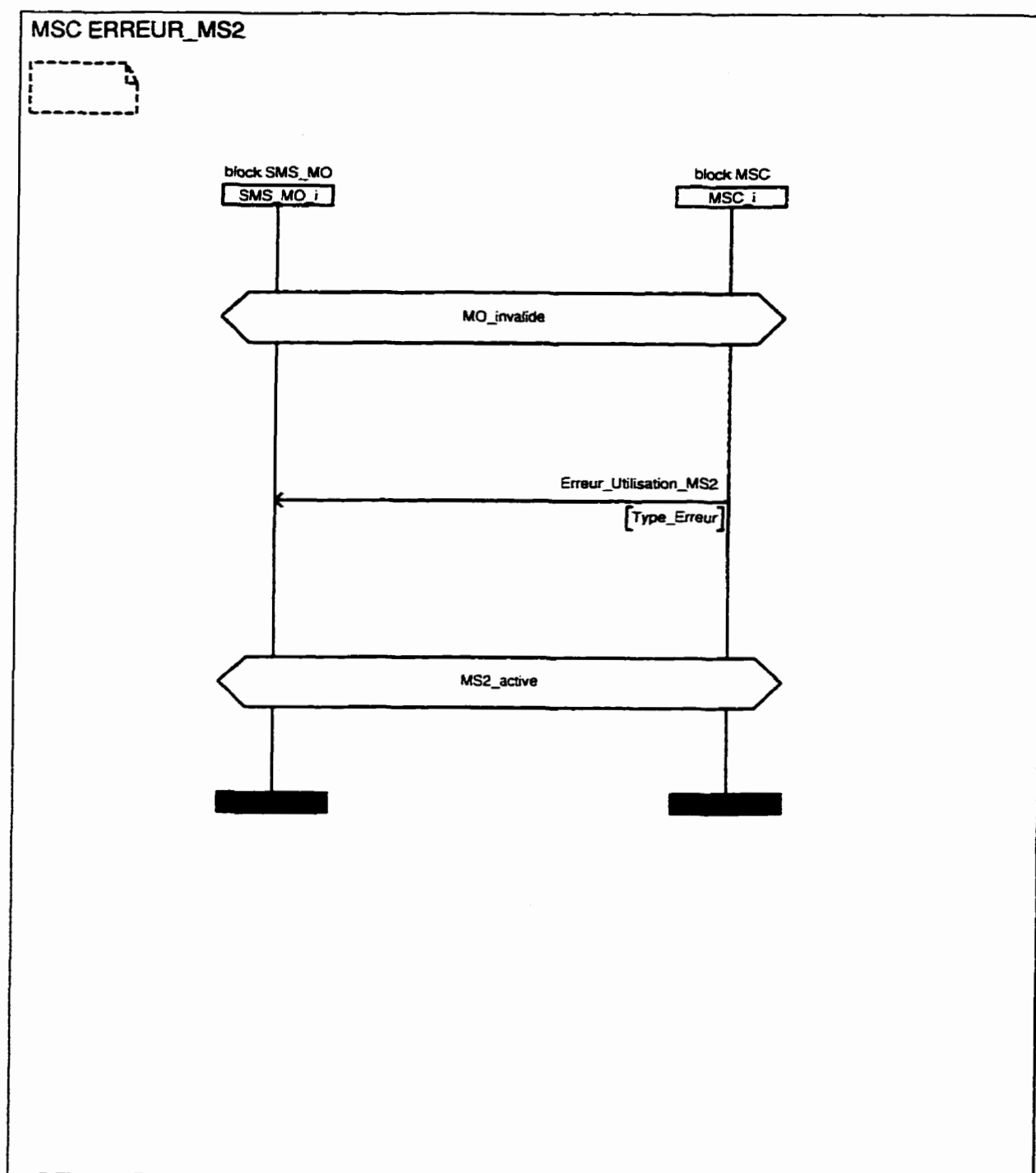


Figure B.11 : Le diagramme MSC ERREUR_MS2

MSC EXECUTION_MS2

1(1)

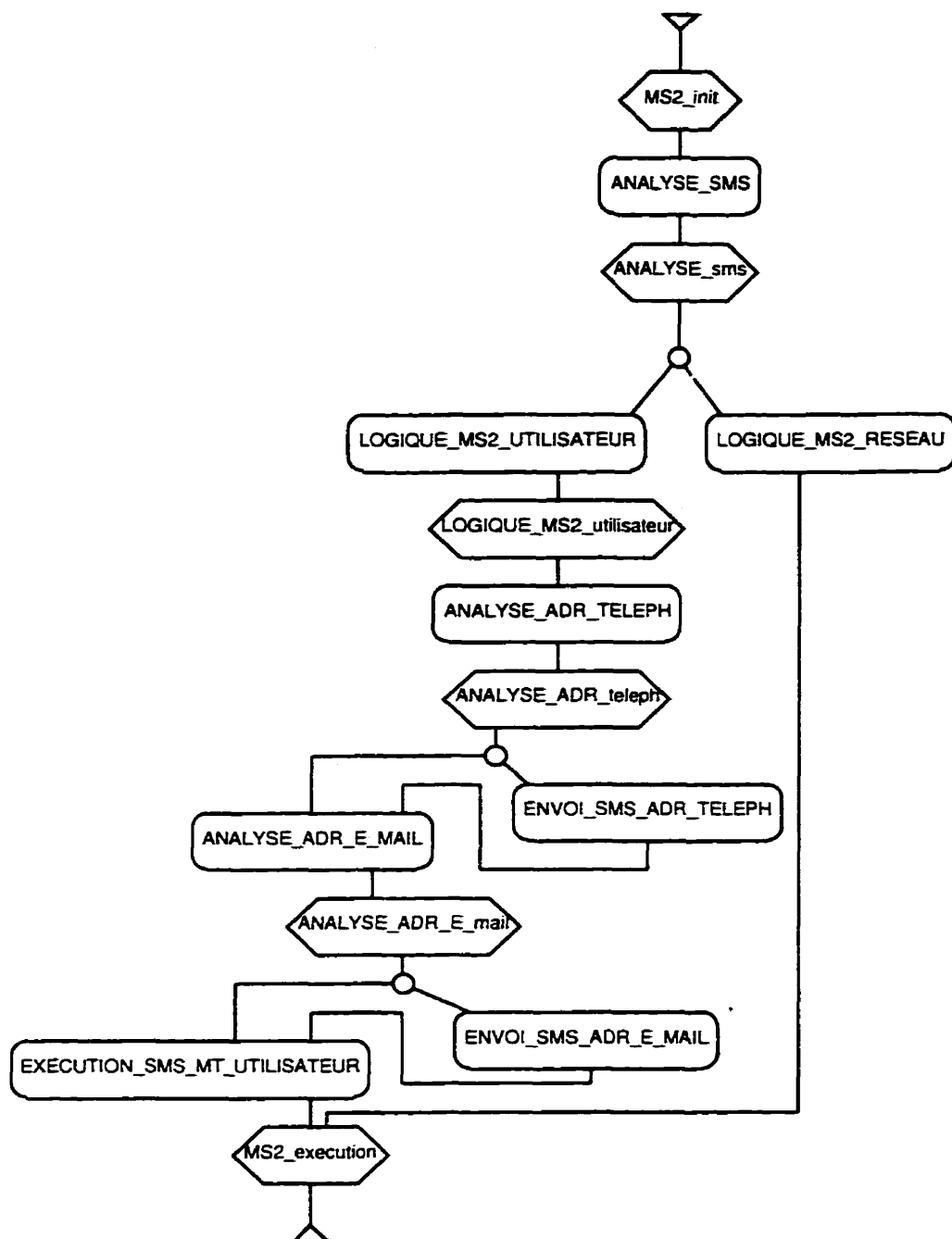


Figure B.12 : Le diagramme HMSC EXECUTION_MS2

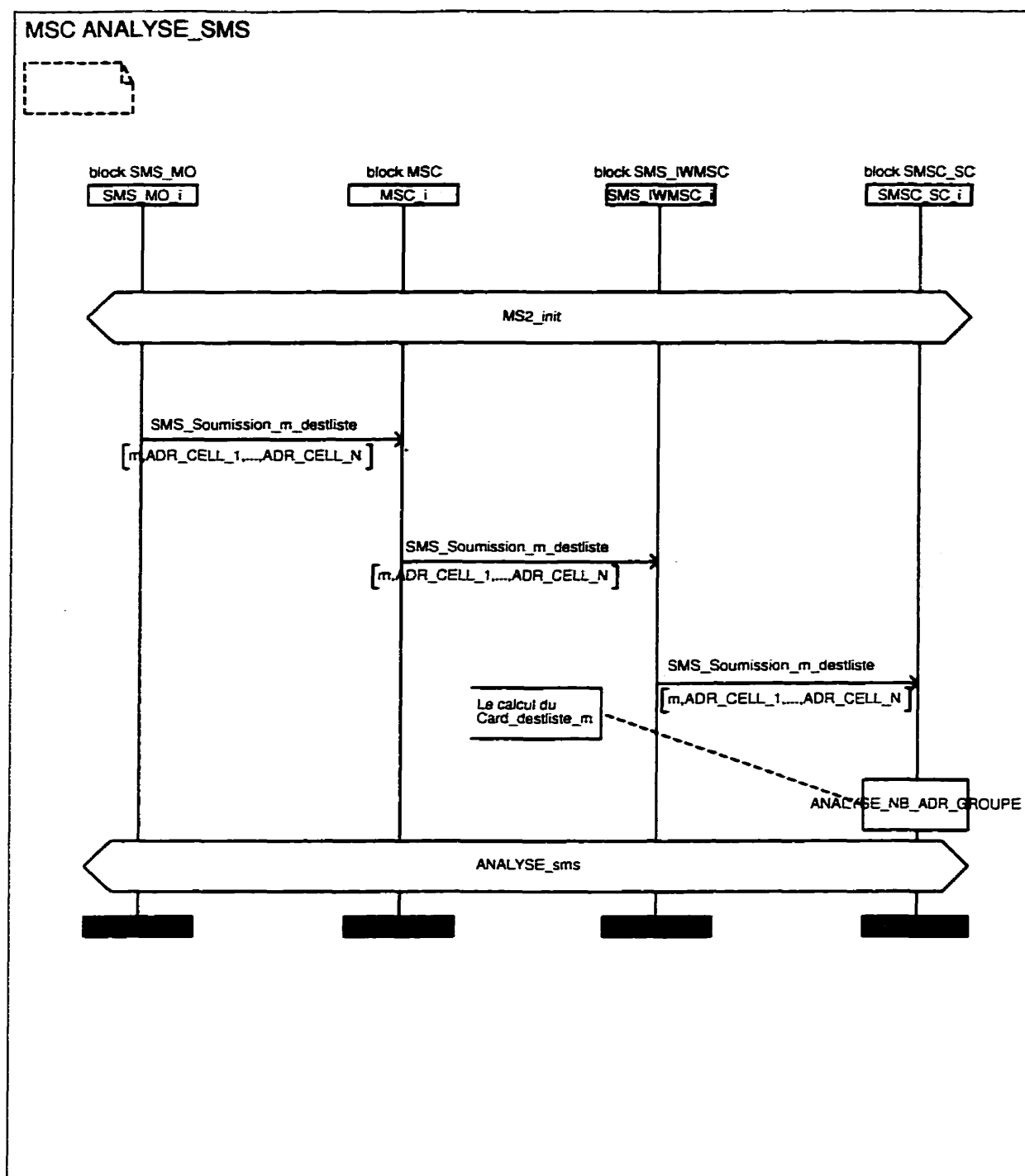


Figure B.13 : Le diagramme MSC ANALYSE_SMS

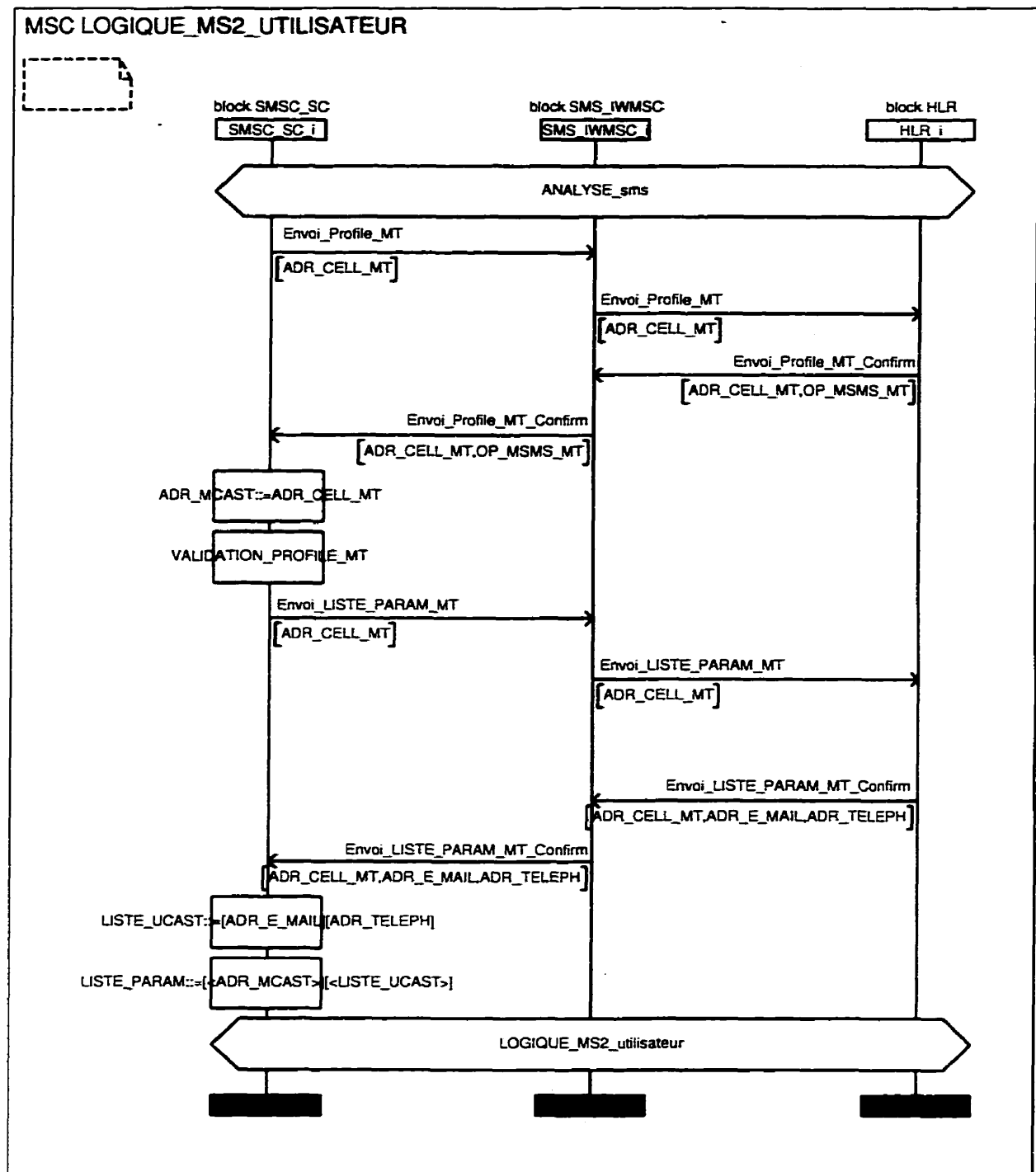


Figure B.14 : Le diagramme MSC LOGIQUE_MS2_UTILISATEUR

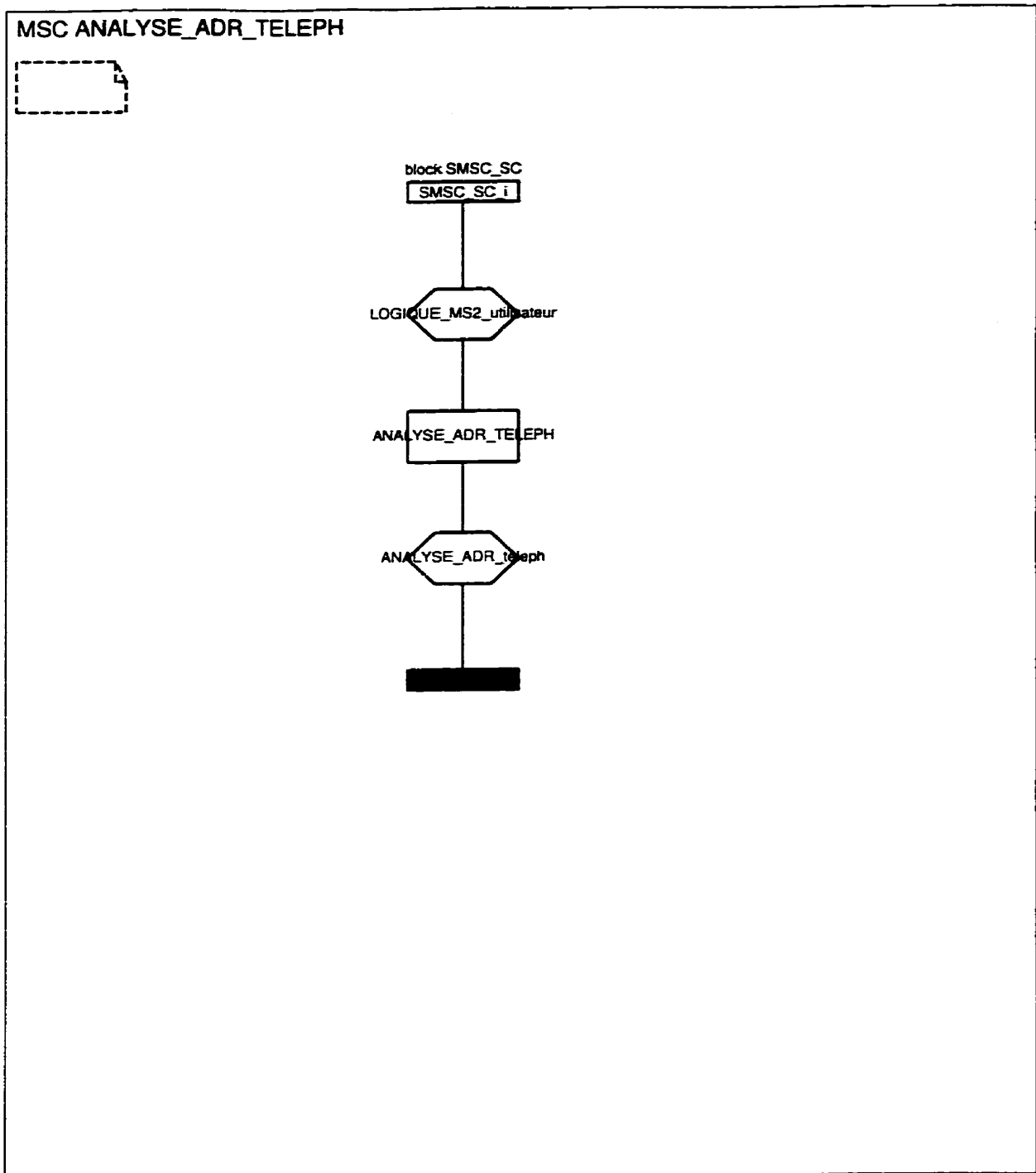


Figure B.15 : Le diagramme MSC ANALYSE_ADR_TELEPH

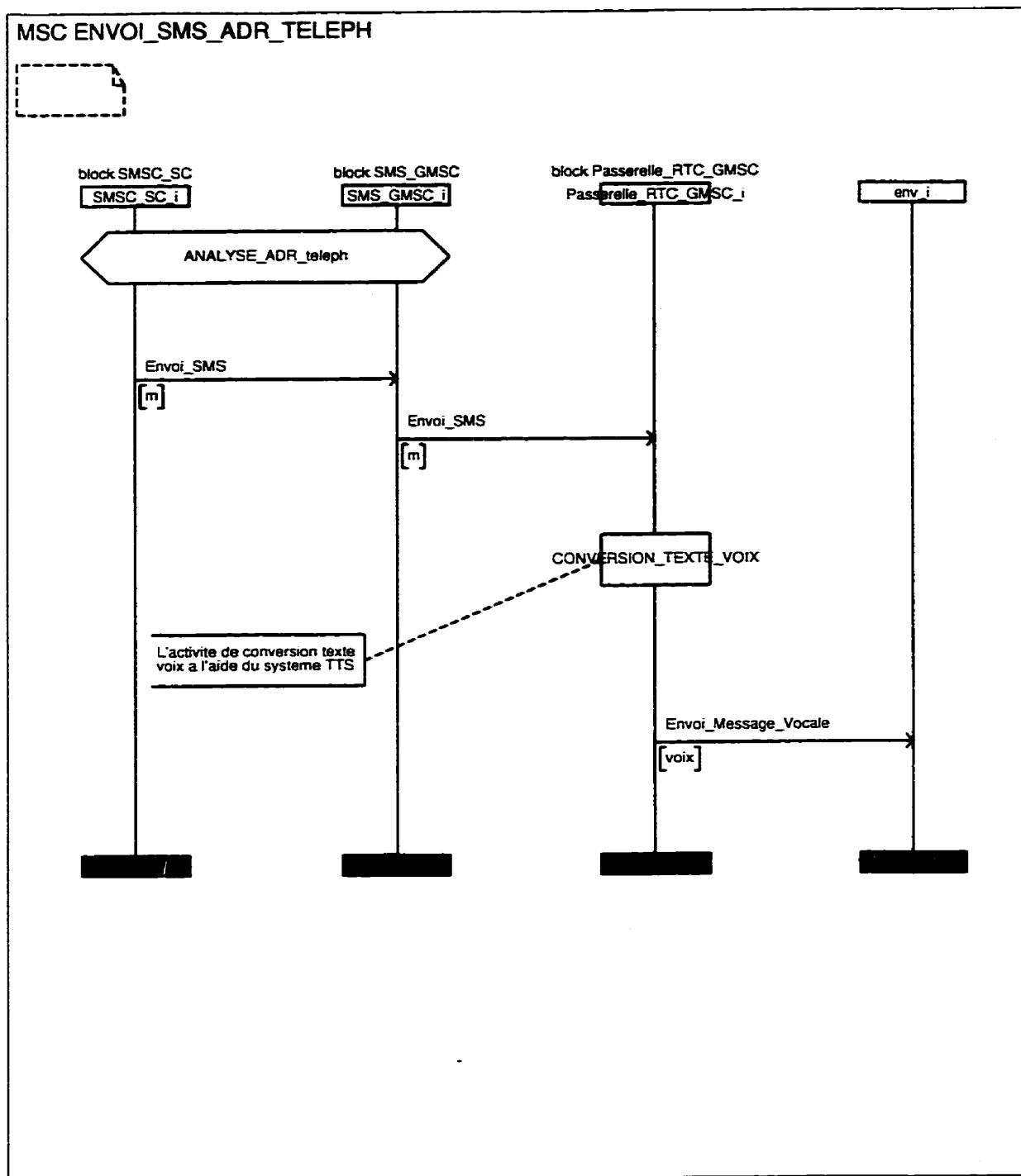


Figure B.16 : Le diagramme MSC ENVOI_SMS_ADR_TELEPH

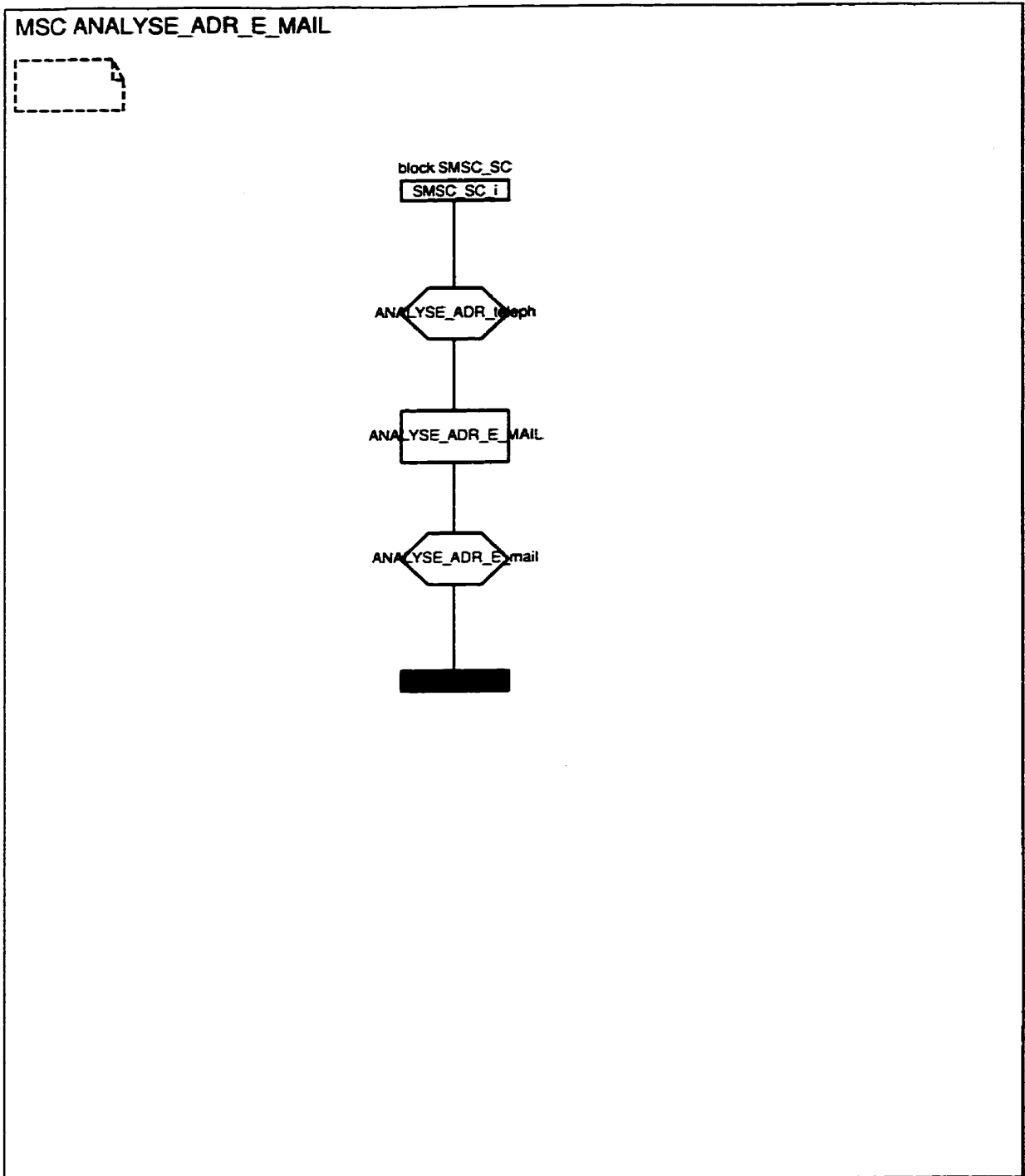


Figure B.17 : Le diagramme MSC ANALYSE_ADR_E_MAIL

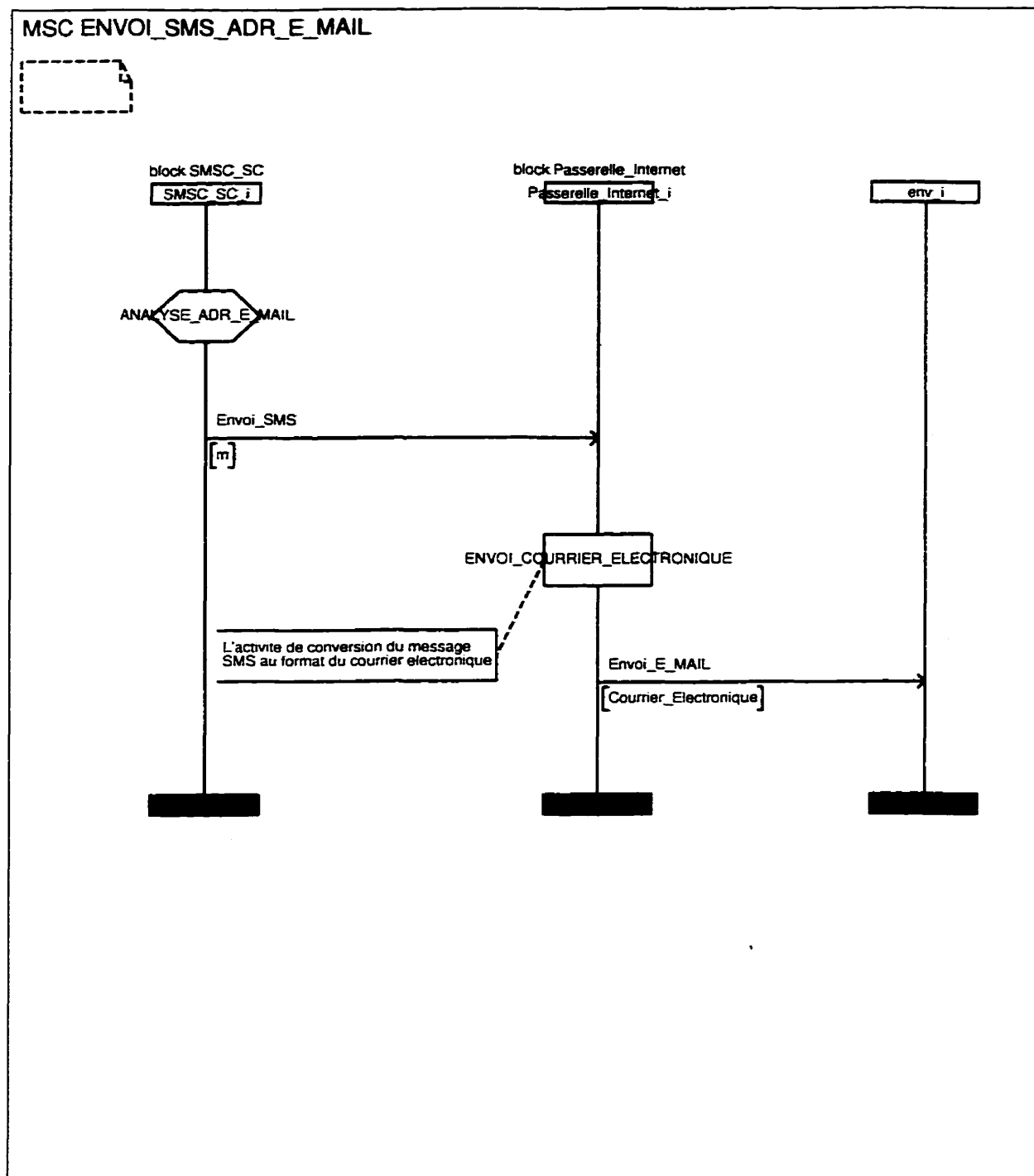


Figure B.18 : Le diagramme MSC ENVOI_SMS_ADR_E_MAIL

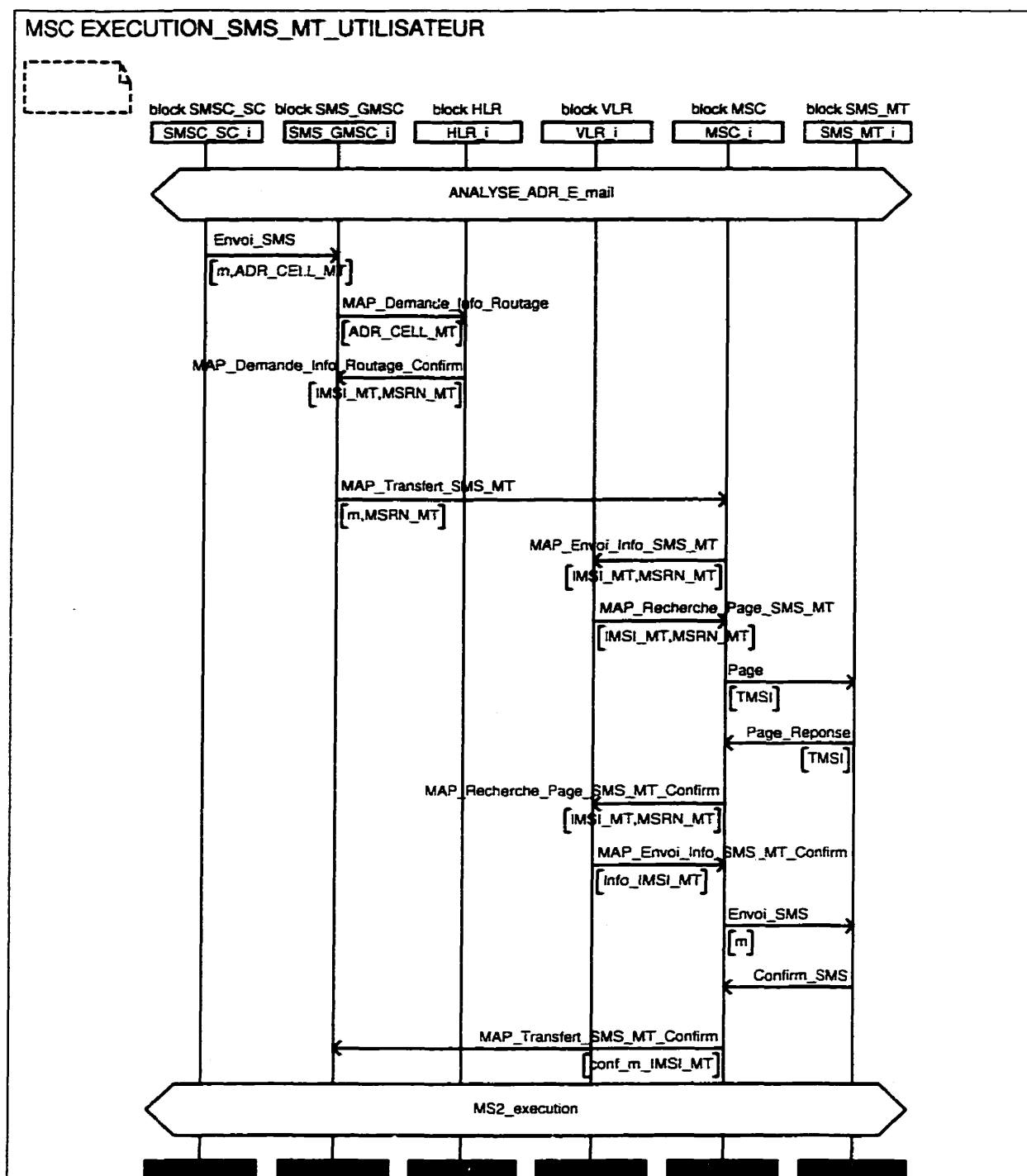


Figure B.19 : Le diagramme MSC EXECUTION_SMS_MT_UTILISATEUR

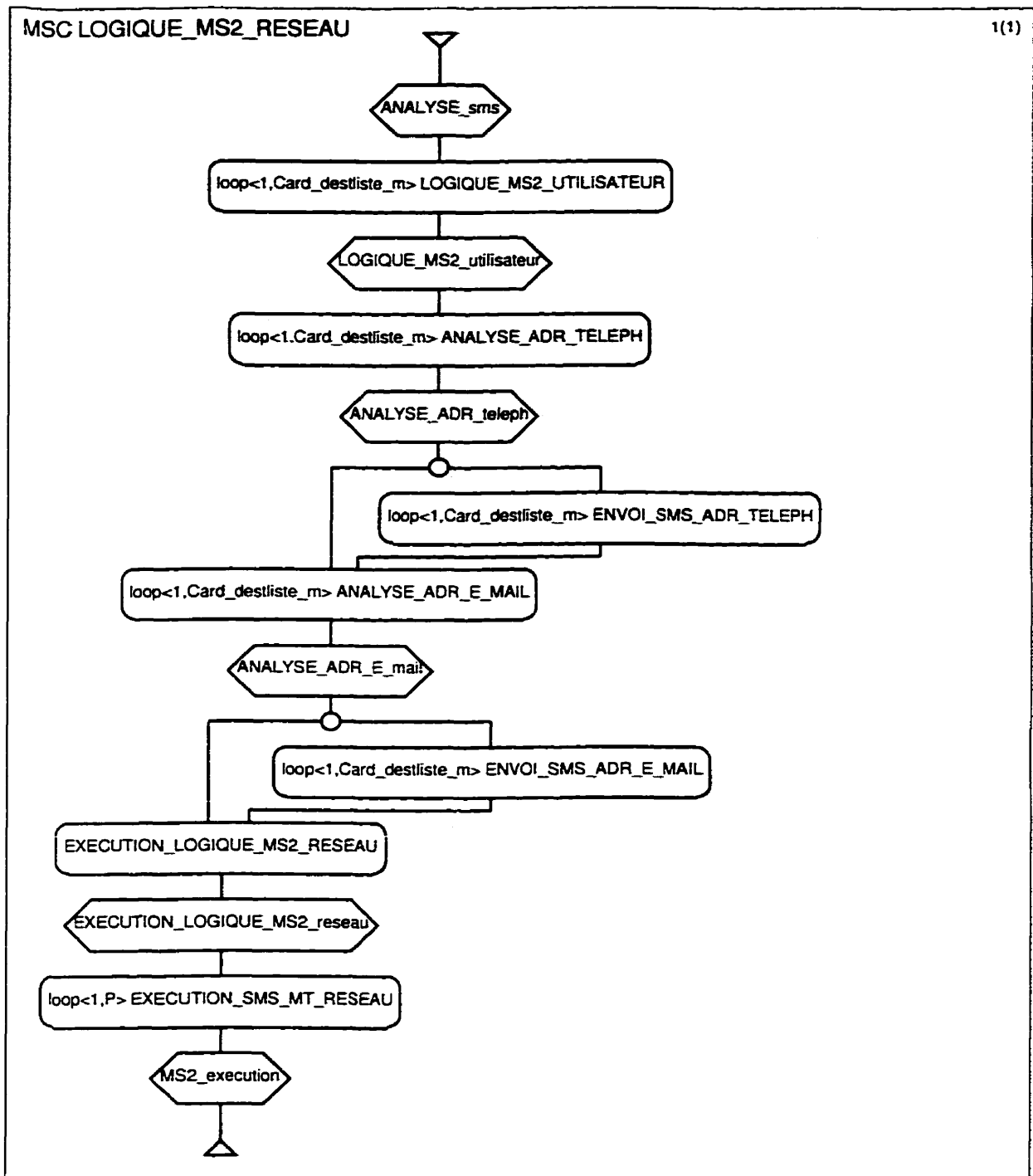


Figure B.20 : Le diagramme HMSC LOGIQUE_MS2_RESEAU

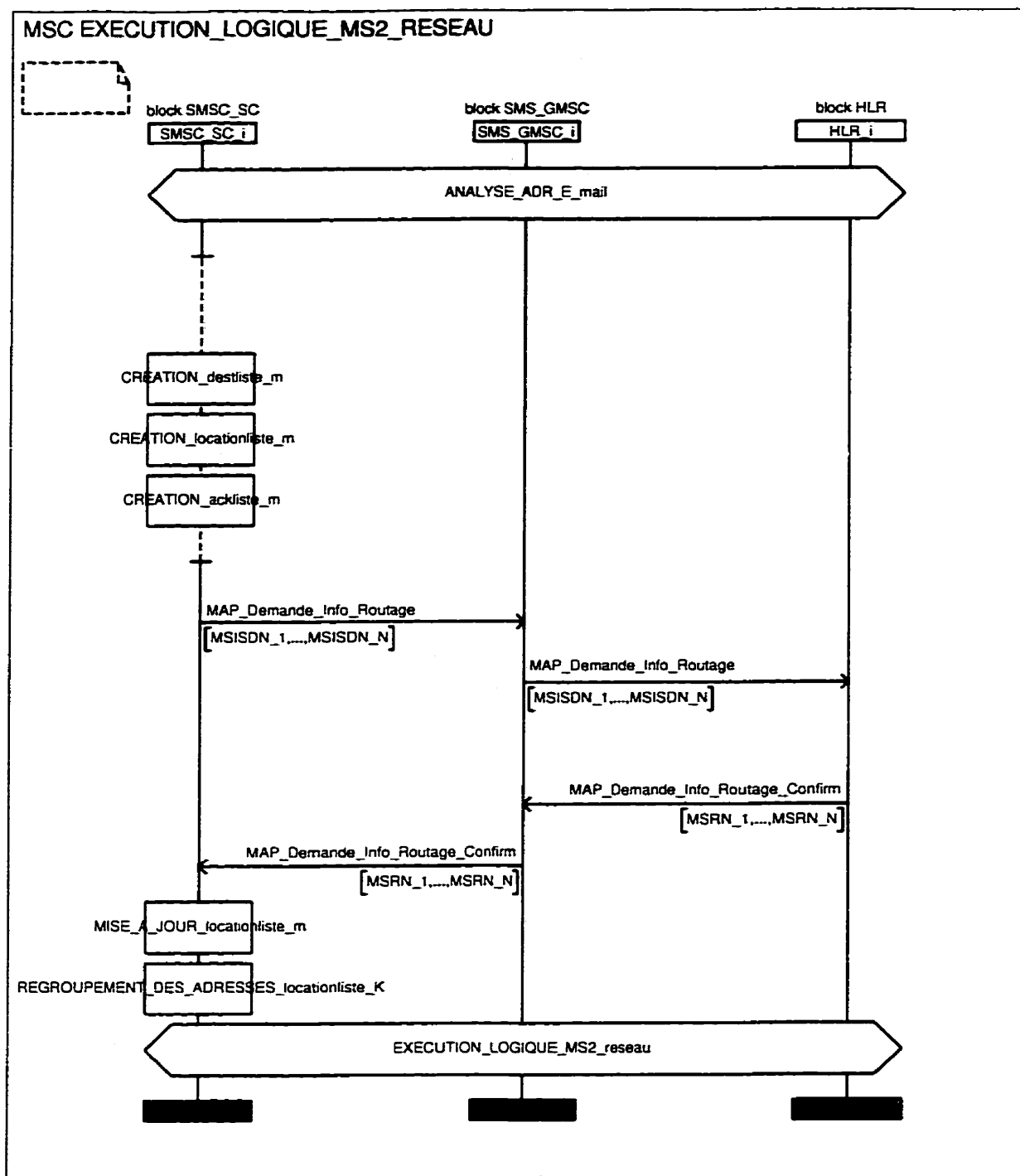


Figure B.21 : Le diagramme MSC EXECUTION_LOGIQUE_MS2_RESEAU

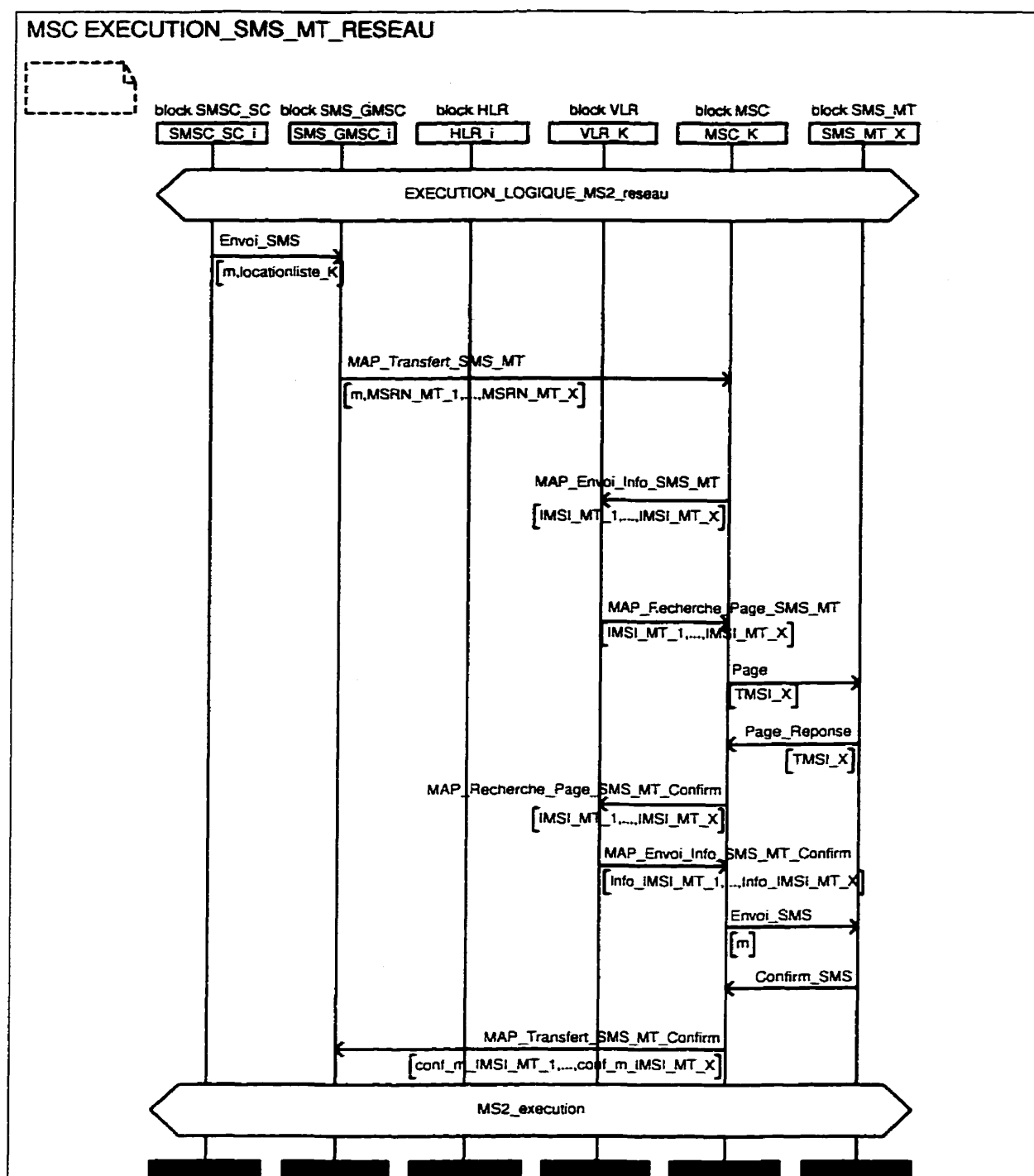


Figure B.22 : Le diagramme MSC EXECUTION_SMS_MT_RESEAU

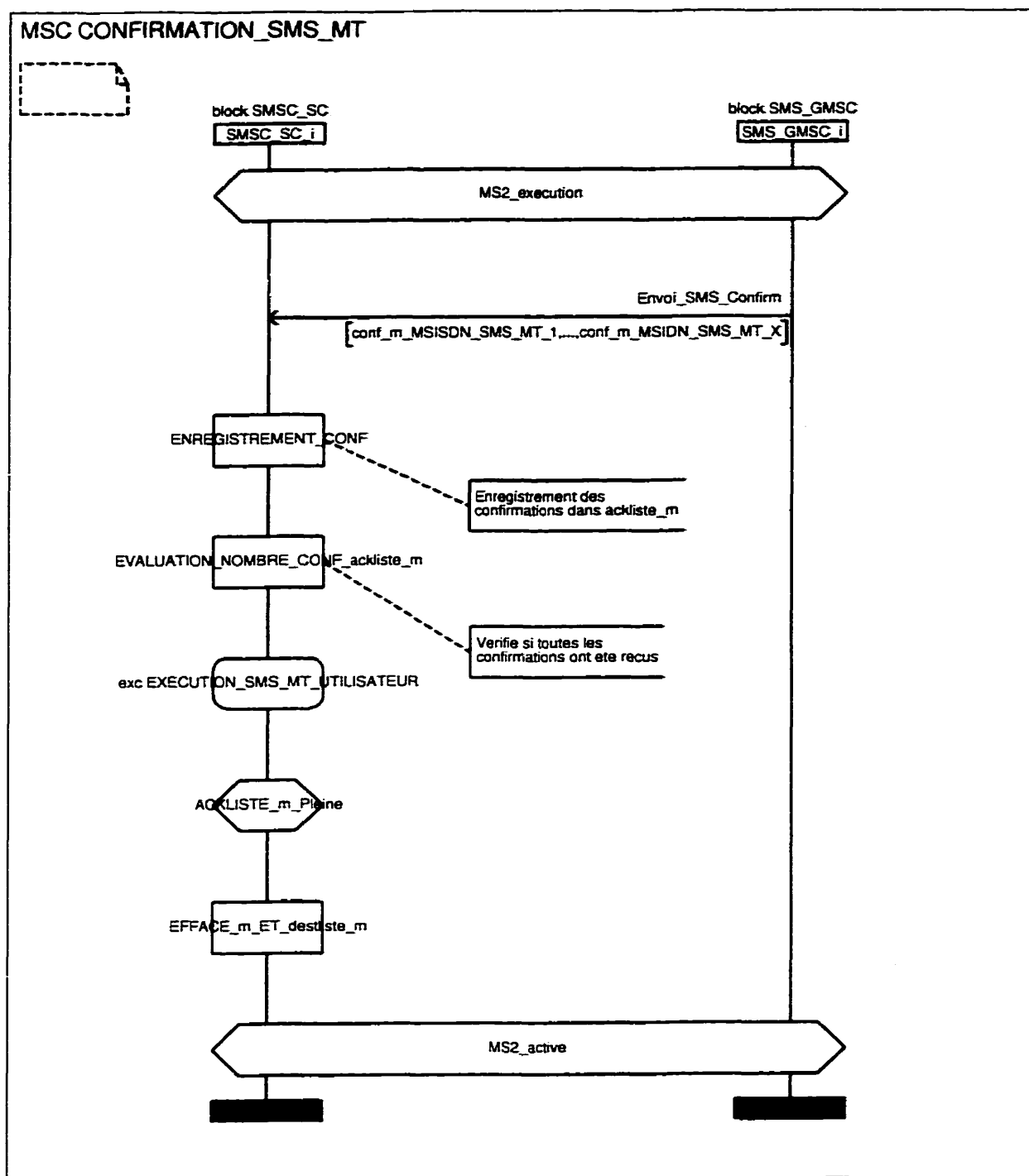


Figure B.23 : Le diagramme MSC CONFIRMATION_SMS_MT

ANNEXE C

DISQUETTES

L'annexe C contient deux disquettes sur lesquelles sont enregistrés les résultats du projet.

Ainsi sur la première disquette on trouve les fichiers *.msc (pour les diagrammes MSC) et *.mrm (pour les diagrammes HMSC) qui font partie de la spécification MSC/GR. Les fichiers *.mpr de la spécification MSC/PR sont aussi présentes.

La deuxième disquette contient le fichier système SDT « ms2_service.sdt » qui offre l'aperçu de la spécification MSC et les relations entre les diagrammes MSC du service (MS)².

Une disquette accompagne ce mémoire de maîtrise.

**Toute personne intéressée à se la procurer doit
contacter :**

École Polytechnique de Montréal

Service de fourniture de documents

B.P. 6079, Succursale Centre-Ville

Montréal, Québec H3C 3A7

Canada

Tél. : (514) 340-4846

Télécopieur : (514) 340-4026